

Programme-cadre

# Sciences

Cycles intermédiaire  
et supérieur

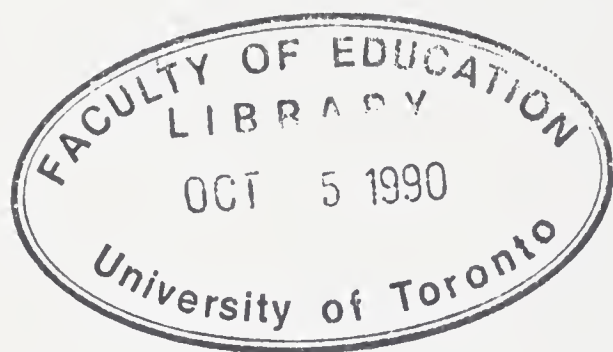
1987

9<sup>e</sup> partie

Biologie appliquée et  
Chimie appliquée

11<sup>e</sup> année, niveau général

OHEC  
373.19  
09713  
059DE/C-  
S  
French  
1987  
Prog



# Table des matières

Introduction .....	3
Parties composant le programme-cadre .....	3
Caractéristiques communes à tous les cours du programme de sciences .....	3
Continuité des cours du programme de sciences .....	5
Cours obligatoires et préalables .....	5
Intégration des buts et du contenu .....	5
Activités des élèves .....	5
Sécurité .....	6
Questions épineuses et controversées .....	6
Unités élaborées à l'échelon local .....	6
Évaluation du rendement des élèves .....	6
Renvois .....	6

Particularités des cours de biologie appliquée et de chimie appliquée .....	7
Unités d'étude et nombre d'heures allouées à chacune ...	7
Méthodes d'enseignement proposées pour le cours de biologie appliquée .....	7
Méthodes d'enseignement proposées pour le cours de chimie appliquée .....	8

## **Biologie appliquée, 11<sup>e</sup> année, niveau général (SBA3G) .....**

**9**

### Unités obligatoires :

1. L'apport alimentaire .....	10
2. L'appareil digestif et l'appareil excréteur .....	12
3. Les organes sensoriels : un réseau de communication ..	15
4. L'appareil respiratoire et le système cardio-vasculaire ..	18
5. La génétique et la reproduction .....	20
6. La gestion des déchets .....	23

### Unités facultatives :

1. Le jardinage .....	25
2. La peau .....	28
3. Les os et les muscles : la charpente du corps humain ..	30
4. Dissection d'un petit mammifère .....	33
5. Les êtres humains et l'environnement .....	36
6. Le comportement et le système nerveux central .....	38
7. Unité élaborée à l'échelon local .....	41

## **Chimie appliquée, 11<sup>e</sup> année, niveau général (SCA3G) .....**

**43**

### Unités obligatoires :

1. L'analyse qualitative .....	44
2. La structure de la matière .....	46
3. Les propriétés des substances .....	48
4. Les produits chimiques en action .....	51
5. Les acides et les bases .....	53

### Unités facultatives :

1. L'univers de la chimie du carbone .....	56
2. La chimie des produits de consommation .....	58
3. La métallurgie .....	61
4. La chimie nucléaire .....	64
5. Unité élaborée à l'échelon local .....	66

## **Annexes .....**

**67**

A. Codes des cours de sciences .....	69
B. Table des matières de la 1 <sup>re</sup> partie du programme-cadre ..	70





# Introduction

## Parties composant le programme-cadre

Le présent document constitue la neuvième partie d'un programme-cadre composé de quinze parties définissant le programme de sciences des cycles intermédiaire et supérieur des écoles de l'Ontario et décrivant les cours de sciences qui peuvent être offerts (voir la liste des codes de cours à l'annexe A).

La lecture et la mise en œuvre de la présente partie doivent se faire conjointement avec celles de la 1<sup>re</sup> partie, qui s'intitule *Politique générale du programme de sciences*. Lorsqu'ils donneront les cours de sciences décrits dans le présent document, les enseignants devront tenir compte des nombreux éléments présentés dans la 1<sup>re</sup> partie. Celle-ci les aidera à interpréter les intentions et les attentes globales du ministère de l'Éducation en ce qui a trait au programme de sciences. L'annexe B, qui se trouve à la fin du présent document, donne la table des matières de la 1<sup>re</sup> partie, ce qui permettra aux lecteurs d'avoir rapidement accès à la liste des chapitres et des sujets dont elle se compose.

Le programme provincial de sciences pour les cycles intermédiaire et supérieur se compose des cours décrits dans les parties 2 à 15; ces cours ont été élaborés conformément à la ligne de conduite et à la politique exposées dans la 1<sup>re</sup> partie. Le programme-cadre de sciences se compose des quinze parties suivantes :

- 1<sup>re</sup> partie : Politique générale du programme de sciences
- 2<sup>e</sup> partie : Sciences, 7<sup>e</sup> et 8<sup>e</sup> année
- 3<sup>e</sup> partie : Sciences, 9<sup>e</sup> et 10<sup>e</sup> année, niveau général
- 4<sup>e</sup> partie : Sciences, 9<sup>e</sup> et 10<sup>e</sup> année, niveau avancé
- 5<sup>e</sup> partie : Sciences, 9<sup>e</sup> et 10<sup>e</sup> année, niveau fondamental
- 6<sup>e</sup> partie : Sciences, 11<sup>e</sup> et 12<sup>e</sup> année, niveau fondamental

- 7<sup>e</sup> partie : Sciences de l'environnement, 10<sup>e</sup>, 11<sup>e</sup> et 12<sup>e</sup> année, niveau général
- 8<sup>e</sup> partie : Sciences de l'environnement, 10<sup>e</sup> et 12<sup>e</sup> année, niveau avancé
- 9<sup>e</sup> partie : Biologie appliquée et Chimie appliquée, 11<sup>e</sup> année, niveau général
- 10<sup>e</sup> partie : Physique appliquée et Sciences de la technologie, 12<sup>e</sup> année, niveau général
- 11<sup>e</sup> partie : Géologie, 12<sup>e</sup> année, niveaux général et avancé
- 12<sup>e</sup> partie : Biologie, 11<sup>e</sup> année, niveau avancé, et CPO
- 13<sup>e</sup> partie : Chimie, 11<sup>e</sup> année, niveau avancé, et CPO
- 14<sup>e</sup> partie : Physique, 12<sup>e</sup> année, niveau avancé, et CPO
- 15<sup>e</sup> partie : Les sciences dans la société, CPO

Le tableau de la page suivante présente les 28 cours de sciences qui pourront être offerts de la 7<sup>e</sup> à la 12<sup>e</sup> année et dans le cadre des CPO.

## Caractéristiques communes à tous les cours du programme de sciences

La 1<sup>re</sup> partie du programme-cadre renferme un grand nombre d'éléments dont on devra tenir compte au moment de la préparation du programme de sciences des cycles intermédiaire et supérieur. Ces éléments sont trop nombreux pour que l'on puisse les décrire à nouveau dans chaque partie (2 à 15), mais en voici quelques-uns à titre d'exemple :

- renseignements sur les crédits de sciences exigés pour l'obtention du diplôme d'études secondaires de l'Ontario;
- liste des cours de sciences que les élèves doivent suivre avant de pouvoir s'inscrire aux autres cours de sciences;
- politique relative aux travaux de laboratoire obligatoires;
- liste des buts du programme de sciences et façons de les intégrer au contenu scientifique;
- politique relative au nombre d'heures allouées à chaque unité et à l'ordre d'enseignement des unités obligatoires et facultatives;
- directives concernant les unités élaborées à l'échelon local;
- suggestions touchant les meilleures voies à suivre par les élèves dans le programme de sciences au palier secondaire;
- recommandations touchant les élèves en difficulté, l'enseignement individualisé, la préparation à la vie, l'orientation professionnelle, le rôle et l'évaluation du français dans les cours de sciences, le rôle des filles et des garçons dans le domaine des sciences;
- recommandations sur la façon de présenter et de traiter les questions épineuses et controversées;
- suggestions précises sur les ressources mises à la disposition des professeurs de sciences;

## Cours autorisés par le programme-cadre de sciences, cycles intermédiaire et supérieur

7 <sup>e</sup> année	Sciences		
8 <sup>e</sup> année	Sciences		
9 <sup>e</sup> année	Niveau fondamental Sciences (SNC1F)	Niveau général Sciences (SNC1G)	Niveau avancé Sciences (SNC1A)
10 <sup>e</sup> année	Sciences (SNC2F)	Sciences (SNC2G) Sciences de l'environnement (SEN2G)	Sciences (SNC2A) Sciences de l'environnement (SEN2A)
11 <sup>e</sup> année	Sciences (SNC3F)	Biologie appliquée (SBA3G) Chimie appliquée (SCA3G) Sciences de l'environnement (SEN3G)	Biologie (SBI3A) Chimie (SCH3A)
12 <sup>e</sup> année	Sciences (SNC4F)	Sciences de l'environnement (SEN4G) Géologie (SGE4G) Physique appliquée (SPA4G) Sciences de la technologie (STE4G)	Sciences de l'environnement (SEN4A) Géologie (SGE4A)* Physique (SPH4A)
CPO			Biologie (SBI0A) <i>Préalable</i> – Biologie (SBI3A) Chimie (SCH0A) <i>Préalable</i> – Chimie (SCH3A) Physique (SPH0A) <i>Préalable</i> – Physique (SPH4A) Les sciences dans la société (SSO0A) <i>Préalable</i> – Un cours parmi : Biologie (SBI3A) Chimie (SCH3A) Sciences de l'environnement (SEN4A) Géologie (SGE4A)* Physique (SPH4A)

\* Le cours de géologie de 12<sup>e</sup> année de niveau avancé décrit dans ce programme-cadre (voir la 11<sup>e</sup> partie) peut être enseigné dans le cadre du programme des cours d'un département de géographie sous le titre Géologie (CGE4A) – prière de noter le changement du code de cours. Dans ce cas, le cours Géologie (SGE4A) ou Géologie (CGE4A) peut servir de préalable au cours Les sciences dans la société (SSO0A).



- ▶ suggestions sur les divers modes d'enseignement des cours de sciences, y compris l'éducation coopérative;
- ▶ rôle prépondérant des mesures et des unités SI dans les cours de sciences;
- ▶ précisions concernant le traitement des symboles et des chiffres significatifs et la résolution des problèmes mathématiques;
- ▶ recommandations sur le rôle de la calculatrice et de l'ordinateur dans les cours de sciences;
- ▶ directives spécifiques concernant la sécurité;
- ▶ politique et principes touchant l'évaluation du rendement des élèves;
- ▶ politiques relatives au traitement des cours de sciences aux trois niveaux de difficulté;
- ▶ suggestions multiples sur la mise en œuvre du programme de sciences.

On ne saurait trop insister sur l'importance, pour les professeurs de sciences, d'intégrer à leur enseignement la politique et les recommandations énoncées dans la 1<sup>re</sup> partie; les enseignants ne peuvent pas s'en tenir aux seules descriptions de cours fournies dans les parties 2 à 15 du programme-cadre.

## Continuité des cours du programme de sciences

Au moment où ils atteindront le cycle supérieur, les élèves auront déjà fait l'expérience, aux cycles primaire et moyen, de la méthode dite *unifiée*, c'est-à-dire que les sciences sont associées à un certain nombre d'autres matières; au cycle intermédiaire, la méthode est *diversifiée* : on aborde toute une gamme de disciplines scientifiques, notamment la biologie, la chimie, la physique et les sciences de l'environnement. Au cycle supérieur, la méthode est dite *spécialisée*, c'est-à-dire que les cours de sciences portent sur une seule discipline à la fois.

Bien que ces trois approches (unification, diversification et spécialisation) permettent de traiter le sujet de différentes façons, leur but est d'assurer la continuité du programme pendant toute la scolarité des élèves.

Les cours de biologie et de chimie de 11<sup>e</sup> année, niveau général, s'inspirent des unités d'étude sur les sciences physique et biologique des cours de niveau général du cycle intermédiaire. C'est pourquoi les enseignants se doivent de connaître la matière contenue dans les cours donnés par leurs collègues du cycle intermédiaire et d'être au courant des liens entre les cours de chimie, de biologie et de physique du cycle supérieur.

Les unités obligatoires ainsi que les unités facultatives prévues, le cas échéant, doivent être incluses dans tous les cours de sciences. Afin que suffisamment de temps soit consacré à chacune des unités du cours, il serait bon que les enseignants tiennent compte du

temps alloué à chacune des unités. Cet aspect est important, compte tenu de la continuité qui existe entre les cours des trois cycles déjà cités et le programme de sciences du cycle supérieur.

## Cours obligatoires et préalables

Le programme des écoles secondaires prévoit deux cours de sciences parmi les sujets obligatoires nécessaires à l'obtention du diplôme d'études secondaires de l'Ontario. On s'attend donc que la plupart des élèves qui s'inscrivent au cours de biologie ou de chimie de niveau général du cycle supérieur aient suivi des cours de sciences de 9<sup>e</sup> et de 10<sup>e</sup> année, également au niveau général.

## Intégration des buts et du contenu

On recommande aux enseignants d'axer chacun des cours décrits dans ce document autour d'un but principal du programme scolaire ou d'un ensemble de buts particuliers. Ces buts apportent au programme scolaire une orientation spécifique, qui peut se greffer sur le contenu et les méthodes soulignés dans les cours. Il est question de cette démarche dans la sous-section 3.4 de la 1<sup>re</sup> partie du programme-cadre, intitulée «Intégration des buts et du contenu». Le tableau 2, qui se trouve dans cette sous-section, illustre les résultats de cette intégration. Cette façon de procéder mettra en valeur l'élaboration des cours de sciences décrits dans le présent document. Si l'on fait ressortir un but précis en le reprenant tout au long d'un cours ou dans plusieurs unités, celui-ci devient alors le thème dominant ou un thème qui intègre toutes les activités.

## Activités des élèves

Chaque unité d'étude comprend une section intitulée «Activités des élèves». Cette section indique les travaux pratiques que les élèves sont *obligés* d'effectuer. S'ils le jugent opportun, les enseignants peuvent les remplacer par d'autres activités *équivalentes*. Les activités que les élèves doivent entreprendre eux-mêmes sont désignées par un astérisque. Si le temps et les circonstances le permettent, les enseignants devraient inciter les élèves à faire les travaux qui ne sont pas marqués d'un astérisque. Ces exercices peuvent toutefois être démontrés par un ou une élève ou par l'enseignant ou l'enseignante, ou être expliqués à l'aide d'un manuel, d'un film, d'un programme informatique ou de tout autre matériel didactique. Quoi qu'il en soit, on considérera que les notions et les principes scientifiques, sur lesquels portent les exercices non désignés par un astérisque et dont il est question dans les objectifs de l'unité d'étude, font partie intégrante du cours.



Règle générale, la meilleure façon d'aborder l'enseignement des sciences est de veiller à ce que le contenu du cours découle directement des travaux pratiques effectués par les élèves. On devrait présenter les techniques et les méthodes du travail scientifique comme l'élément central de chaque unité d'étude, élément à partir duquel seront développées la matière, les applications et les incidences.

## Sécurité

Tous les élèves qui suivent des cours de sciences doivent être sensibilisés à l'importance de la sécurité. Il faut constamment insister sur la prévention des accidents dans toutes les activités des élèves et les démonstrations des enseignants en laboratoire. La section 9 de la 1<sup>re</sup> partie, «La sécurité», comprend des sous-sections détaillées, dont les titres sont les suivants :

- ▶ La sécurité dans le laboratoire
- ▶ Mesures de sécurité recommandées
- ▶ Soins aux animaux pendant les cours de sciences
- ▶ Manipulation des plantes : règles de sécurité

La section 6 de chaque unité, «Mesures de sécurité à envisager», rappelle quelques-unes des mesures de sécurité s'appliquant à l'unité en question. Toutefois, on devrait constamment se référer à la section 9 de la 1<sup>re</sup> partie sur la sécurité. Les écoles doivent toujours être vigilantes quand il s'agit de la sécurité, et elles doivent mettre à jour régulièrement leur programme de sensibilisation à la sécurité. Ainsi, le présent document ne précise pas toutes les précautions à prendre lors de déplacements hors de l'école.

## Questions épineuses et controversées

Le programme scolaire décrit dans le présent document fait clairement ressortir les liens existant entre les sciences, la technique et la société. Les applications et les incidences sociales des sciences sont des composantes obligatoires de chaque unité. Par ailleurs, il est question, dans la 1<sup>re</sup> partie du programme-cadre, de la nécessité d'intégrer l'enseignement des valeurs aux cours de sciences. Cet enseignement provoquera inévitablement des discussions sur certaines questions épineuses et controversées.

Il est important que de telles discussions aient lieu. Elles devraient en général porter sur un point précis et les élèves devraient tous pouvoir exprimer leur opinion. On demande donc aux professeurs de sciences de bien connaître la section 10 de la 1<sup>re</sup> partie, «Les valeurs et le programme de sciences», et de prêter une attention particulière aux principes qu'il faut observer lorsqu'on traite de questions épineuses dans le programme de sciences. La sous-section 10.2 porte sur ces principes.

## Unités élaborées à l'échelon local

Parmi les unités facultatives de chacun des cours décrits dans le présent document, une unité s'intitule «Unité élaborée à l'échelon local». L'objet de cette unité est de permettre aux enseignants qui le désirent d'initier les élèves à un domaine de la biologie ou de la chimie qui n'est pas décrit dans le programme-cadre ou d'ajouter des éléments qui étofferont certaines des unités déjà étudiées, ou encore d'utiliser le temps attribué à l'unité élaborée à l'échelon local afin de prolonger la durée prévue pour les unités obligatoires. (Voir également la sous-section 5.5 de la 1<sup>re</sup> partie du programme-cadre.)

## Évaluation du rendement des élèves

La section 5 de chaque unité d'étude décrite dans le présent document porte sur certaines composantes qui doivent être incluses dans la note cumulative (examens officiels non compris) au moment de l'évaluation du rendement des élèves. Dans la plupart des unités, on demande aux enseignants d'évaluer les travaux de laboratoire et les comptes rendus d'expériences. Cependant, la façon dont la note sera répartie variera selon les enseignants. Pour bien faire ressortir l'importance des travaux pratiques, au moins 15 pour 100 de la note globale doit porter sur les travaux de laboratoire et les comptes rendus d'expériences.

## Renvois

Des renvois entre parenthèses figurent dans la description des unités apparaissant dans le présent document. Ces renvois servent à illustrer quelques-uns des liens qui existent entre les éléments de l'unité.



# Particularités des cours de biologie appliquée et de chimie appliquée

## Unités d'étude et nombre d'heures allouées à chacune

Les tableaux suivants donnent une vue d'ensemble des unités d'étude prévues pour les cours de biologie appliquée et de chimie appliquée de 11<sup>e</sup> année, niveau général, ainsi que du nombre d'heures allouées à chacune.

### Biologie appliquée, 11<sup>e</sup> année, niveau général (SBA3G)

Unités d'étude	Durée
<i>Obligatoires</i>	
1. L'apport alimentaire	14 h
2. L'appareil digestif et l'appareil excréteur	15 h
3. Les organes sensoriels : un réseau de communication	15 h
4. L'appareil respiratoire et le système cardio-vasculaire	14 h
5. La génétique et la reproduction	14 h
6. La gestion des déchets	14 h
	86 h

Unités d'étude	Durée
<i>Facultatives</i>	
En choisir deux ou trois parmi les suivantes :	
1. Le jardinage	12 h
2. La peau	12 h
3. Les os et les muscles : la charpente du corps humain	12 h
4. Dissection d'un petit mammifère	6 h
5. Les êtres humains et l'environnement	12 h
6. Le comportement et le système nerveux central	6 h ou 12 h
7. Unité élaborée à l'échelon local	6 h ou 12 h
	110 h

### Chimie appliquée, 11<sup>e</sup> année, niveau général (SCA3G)

Unités d'étude	Durée
<i>Obligatoires</i>	
1. L'analyse qualitative	16 h
2. La structure de la matière	16 h
3. Les propriétés des substances	17 h
4. Les produits chimiques en action	13 h
5. Les acides et les bases	16 h
	78 h

#### Facultatives

En choisir une parmi les suivantes :	
1. L'univers de la chimie du carbone	16 h
2. La chimie des produits de consommation	16 h
3. La métallurgie	16 h
4. La chimie nucléaire	16 h
5. Unité élaborée à l'échelon local	16 h
	110 h

## Méthodes d'enseignement recommandées pour le cours de biologie appliquée

Ce cours vise à donner aux élèves des connaissances générales sur la biologie humaine et traite de l'apport alimentaire de même que de la transformation interne des substances et de l'élimination des déchets par le corps humain. Afin de traiter ce sujet de façon équilibrée, on étudiera également les répercussions des activités humaines et de la production de déchets sur l'environnement.

L'apport alimentaire et les fonctions de transformation et d'élimination du corps humain forment le cadre de ce cours. Les élèves analyseront l'apport alimentaire d'un point de vue qualitatif et quantitatif, les mécanismes de transformation des aliments et de communication, ainsi que l'efficacité avec laquelle les déchets sont traités avant d'être rejetés dans l'environnement. Trois des unités obligatoires (1, 4 et 5) et certains cours des programmes de sciences familiales, d'éducation physique et d'éducation à la santé risquent de se recouper. On recommande vivement aux représentants des sections concernées de planifier ensemble ces unités de façon que les cours soient complémentaires. Ce cours de biologie appliquée devrait mettre l'accent sur les recherches en laboratoire et les connaissances biologiques fondamentales qui en découlent.

Dans la partie du cours qui traite des premiers soins, il faudrait souligner qu'il est important de bien connaître les principes biologiques sur lesquels sont fondées les diverses techniques étudiées. Il est vivement recommandé de confier les démonstrations et l'enseignement des premiers soins à des *instructeurs compétents*. On ne devrait pas demander aux élèves de mettre en pratique les diverses techniques enseignées.

La relation existant entre les sciences et la société est un élément important des cours de sciences appliquées. Les sections de chaque unité qui traitent des applications et des incidences sociales constituent donc des composantes fondamentales du cours, lesquelles doivent démontrer le bien-fondé de la biologie comme activité humaine. Il faudrait par conséquent amener les élèves à faire preuve d'un esprit critique lorsqu'ils réfléchissent aux liens existant entre les principes biologiques et les questions portant sur l'environnement et la société.

On s'attend que l'évaluation globale du rendement des élèves reflète les travaux pratiques effectués dans le laboratoire et comprenne également d'autres éléments.

L'unité facultative n° 5, «Unité élaborée à l'échelon local», peut servir à la présentation d'un nouveau domaine de la biologie dont le programme-cadre ne traite pas, comprendre des travaux approfondissant des sujets déjà abordés pendant le cours, ou prolonger de six à douze heures le temps alloué aux unités obligatoires.

## Méthodes d'enseignement proposées pour le cours de chimie appliquée

Ce cours vise à présenter aux élèves toute une gamme d'applications chimiques dans le cadre d'un laboratoire. Les élèves auront l'occasion d'effectuer des expériences qui leur permettront d'acquérir des aptitudes susceptibles de leur être utiles dans toute profession connexe à la chimie appliquée.

L'analyse qualitative est recommandée comme première unité parce que les élèves peuvent y effectuer de nombreuses activités, ce qui devrait susciter chez eux un intérêt immédiat pour la chimie. Cette unité peut servir à la révision des notions relatives aux transformations chimiques abordées au cycle intermédiaire. Les réactions chimiques étudiées au cours de cette unité pourront servir d'exemples dans les unités suivantes.

Les sujets traités dans ce cours tendent davantage à être multidisciplinaires que ceux des cours de chimie habituels. Les activités sont pertinentes et concrètes, la théorie n'ayant qu'un rôle secondaire à jouer.

On s'en est tenu aux concepts fondamentaux de chimie et de mathématiques qui sont essentiels aux unités d'étude choisies et qui y trouvent une application. Des concepts chimiques plus difficiles seront étudiés dans le cours des sciences de la technologie de 12<sup>e</sup> année. Les enseignants pourront, s'ils le jugent opportun, présenter la molarité dans ce cours, mais ce sujet n'est pas obligatoire.

La relation existant entre les sciences et la société est un élément important des cours de sciences appliquées. Les sections de chaque unité qui traitent des applications et des incidences sociales constituent donc des composantes fondamentales du cours.

On s'attend que l'évaluation globale du rendement des élèves reflète les travaux pratiques effectués dans le laboratoire et comprenne également d'autres éléments.

Certains des objectifs relatifs aux attitudes (b à e) et aux aptitudes (a, b et e) énoncés dans l'unité obligatoire n° 1 s'appliquent au cours entier, même si, pour éviter les répétitions, il n'en est pas fait mention dans les autres unités.

L'unité facultative n° 5, «Unité élaborée à l'échelon local», peut servir à la présentation d'un nouveau domaine de la chimie dont le programme-cadre ne traite pas, comprendre des travaux approfondissant des sujets déjà abordés pendant le cours, ou prolonger de seize heures le temps alloué aux unités obligatoires. Si l'on choisit d'aborder de nouveaux sujets dans l'unité élaborée à l'échelon local, on évitera les sujets faisant partie des trois premières unités du cours des sciences de la technologie, 12<sup>e</sup> année, niveau général, sauf s'il est probable que les élèves ne suivront pas ce cours.

On doit se préoccuper de la sécurité dans presque tous les travaux de chimie. Il est essentiel de rappeler, dans le laboratoire de chimie, quelques principes généralement acceptés, qu'il faut vérifier dans le cadre de chaque activité. La plupart de ces principes sont énoncés à la section 9 de la 1<sup>re</sup> partie du programme-cadre. Il est vivement recommandé de prêter attention à ces principes par souci de sécurité pour les élèves et les enseignants.



.....

# **Biologie appliquée, 11<sup>e</sup> année, niveau général (SBA3G)**

## **Unités obligatoires**

L'apport alimentaire  
L'appareil digestif et l'appareil  
excréteur  
Les organes sensoriels : un réseau  
de communication  
L'appareil respiratoire et le  
système cardio-vasculaire  
La génétique et la reproduction  
La gestion des déchets

*(86 heures)*

.....

## **Unités facultatives**

Le jardinage  
La peau  
Les os et les muscles : la  
charpente du corps humain  
Dissection d'un petit mammifère  
Les êtres humains et  
l'environnement  
Le comportement et le système  
nerveux central  
Unité élaborée à l'échelon local

*(24 heures)*



## Unité obligatoire n° 1

## L'apport alimentaire

Durée : 14 heures

Parmi les décisions que nous prenons tous les jours, certaines, d'une importance clé, ont trait à ce que nous mangeons et à ce que nous buvons. Il est donc important que les adolescents acquièrent des connaissances sur les substances qui entrent dans la composition des aliments et sur le rôle de ces substances dans le fonctionnement de l'organisme. Les élèves devraient comprendre qu'il est essentiel de bien choisir leurs aliments pour avoir un régime alimentaire équilibré. Dans cette unité, on insistera d'abord sur les activités des élèves, le contenu approprié découlant ensuite de chacune d'elles. Le professeur ou la professeure de biologie devrait consulter ses collègues qui donnent les cours de sciences familiales pour s'assurer de la complémentarité des deux programmes.

Cette unité peut comporter les sujets suivants :

- Les substances qui composent les aliments
- Les analyses nutritionnelles
- Les analyses de la teneur des aliments en vitamine C

## 1. Objectifs

**Attitudes.** Les élèves seront amenés :

- a) à faire preuve d'un esprit critique face à la qualité et à la quantité des aliments qu'ils consomment (3c);
- b) à comprendre qu'ils seront en meilleure santé s'ils se nourrissent convenablement (3a);
- c) à prendre conscience du fait que les expériences scientifiques peuvent fournir des renseignements sur les substances qui composent les aliments (de 2a à 2e);

- d) à être en mesure de mieux choisir les aliments et les boissons qu'ils consomment.

**Aptitudes.** Les élèves auront la possibilité d'acquérir des aptitudes grâce auxquelles ils pourront :

- a) classer les éléments nutritifs et les additifs contenus dans les aliments (2a);
- b) analyser des aliments pour trouver les divers éléments nutritifs qu'ils contiennent (2b);
- c) exercer un contrôle sur des variables lorsqu'ils mesurent de façon quantitative la teneur en vitamine C de divers aliments (2d);
- d) tracer un histogramme indiquant la teneur en vitamine C de divers fruits et légumes et de leur jus (2d);
- e) consigner les résultats qu'ils ont obtenus au cours des expériences et prendre note de la quantité d'aliments et de liquides qu'ils consomment tous les jours et de l'énergie qu'ils dépensent (2f);
- f) évaluer la qualité des aliments dont ils se nourrissent et faire au besoin des suggestions pour améliorer leur régime alimentaire.

**Connaissances.** Les élèves devraient pouvoir :

- a) nommer les principaux éléments nutritifs biochimiques que l'on trouve dans les aliments, notamment les protéines, les hydrates de carbone, les lipides, l'eau, les vitamines et les minéraux, et indiquer le rôle qu'ils jouent dans l'organisme (2b);
- b) énumérer les principaux éléments chimiques des protéines, de l'amidon et des lipides; citer des produits alimentaires riches en protéines, en amidon et en lipides respectivement; décrire aussi de quelle façon ils devraient faire entrer ces éléments nutritifs dans leur régime alimentaire pour que celui-ci soit équilibré;
- c) décrire le rapport qui existe entre l'ordre dans lequel les ingrédients apparaissent sur les étiquettes des produits vendus sous emballage et leur masse (2a);
- d) expliquer que l'organisme a besoin d'un régime alimentaire équilibré établi d'après ses besoins biochimiques et montrer comment ces derniers peuvent varier en fonction du genre de vie que l'on mène;
- e) expliquer l'importance des fibres alimentaires pour l'organisme;
- f) comparer la teneur en énergie de divers aliments (2e);
- g) expliquer l'effet de la cuisson et de la conservation sur les éléments nutritifs des aliments (4e).

## 2. Activités des élèves

Les élèves doivent :

- \*a) classer les ingrédients que contiennent divers produits alimentaires selon les renseignements que portent les étiquettes d'emballage de ces produits (8a, 8b);
- \*b) faire des expériences chimiques afin de déterminer la présence de protéines, d'amidon et de sucres dans divers aliments (de 6a à 6c);
- c) analyser un mélange inconnu pour y déceler la présence d'éléments nutritifs;
- \*d) effectuer une expérience permettant de déterminer la teneur en vitamine C de divers fruits et légumes et de leur jus (6c, 8c);
- e) à l'aide d'un calorimètre, déterminer la valeur énergétique relative de divers aliments (6c);
- \*f) analyser le mode de vie d'un ou d'une camarade dans un rapport fondé sur des données fictives sur l'apport alimentaire et énergétique quotidien et sur la dépense énergétique quotidienne de ce ou cette camarade (8e);

## 3. Applications

- a) Une personne qui connaît la valeur nutritive des aliments qu'elle consomme ainsi que sa dépense énergétique peut adopter de bonnes habitudes alimentaires.
- b) En lisant attentivement les étiquettes des produits alimentaires vendus sous emballage, on peut éviter de consommer des additifs.
- c) En s'appuyant sur des normes fondées sur les résultats de la recherche scientifique, les élèves devraient pouvoir choisir et acheter leurs aliments de façon plus judicieuse.

## 4. Incidences sociales

- a) Dans une société consciente de la valeur nutritive des aliments, la population devrait être en meilleure santé.
- b) De nombreux problèmes de santé (le diabète, par exemple) peuvent être atténués si l'on suit un régime alimentaire approprié; par ailleurs, le régime alimentaire peut être à l'origine de différentes maladies (le cancer, par exemple).
- c) Certains régimes en vogue peuvent, à long terme, avoir de graves répercussions sur la santé.
- d) Les additifs alimentaires comme le sel peuvent aggraver les problèmes de santé de certaines personnes.

- e) L'industrie de la transformation et de la conservation des aliments ouvre toutes sortes de débouchés professionnels à ceux et celles qui ont des connaissances et des compétences dans le domaine de l'analyse nutritionnelle.

## 5. Évaluation du rendement des élèves

Pour cette unité, au moins 50 pour 100 de la note cumulative des élèves doit se fonder sur les quatre composantes suivantes :

- a) les travaux pratiques (analyse de la teneur en vitamine C des aliments, par exemple);
- b) la capacité de classer les ingrédients des aliments vendus sous emballage;
- c) la capacité de structurer leurs expériences et leurs comptes rendus de laboratoire;
- d) la capacité d'adopter un meilleur régime alimentaire en fonction de besoins personnels.

## 6. Mesures de sécurité à envisager

- a) Les élèves devraient porter des lunettes de protection lorsqu'ils font chauffer des solutions.
- b) Manipuler avec soin les indicateurs utilisés pendant les expériences de chimie.
- c) Ne pas consommer les aliments ayant servi aux expériences et les jeter immédiatement après les avoir utilisés.
- d) Pour de plus amples renseignements, les enseignants consulteront la section 9 de la 1<sup>re</sup> partie du programme-cadre.

## 7. Éléments complémentaires

Certains élèves pourraient :

- a) faire des recherches sur certaines substances utilisées dans les médicaments et remèdes à base de plantes;
- b) énumérer diverses méthodes courantes de préparation des aliments, puis évaluer celles-ci en prenant comme critère la valeur nutritive des aliments;
- c) faire des recherches à la bibliothèque sur un sujet lié à la nutrition, par exemple, l'obésité, l'anorexie, les régimes en vogue, les allergies alimentaires, les additifs alimentaires ou les aliments naturels;
- d) à l'aide d'un programme informatisé, évaluer leur apport alimentaire et énergétique quotidien;



- e) étudier et analyser les régimes particuliers que doivent suivre les personnes souffrant d'ulcères ou de troubles de la vésicule biliaire ou ayant un taux de cholestérol élevé;
- f) étudier les méthodes que l'on applique dans les laboratoires du gouvernement pour analyser les aliments vendus dans le commerce et exercer un contrôle sur ces aliments.

### 3. Quelques méthodes d'enseignement

- a) Il faudrait insister sur les lois qui régissent l'ordre d'apparition des substances sur les étiquettes des aliments vendus sous emballage.
- b) On devrait inciter les élèves à apporter en classe un grand nombre d'étiquettes de produits alimentaires. On devrait leur donner la possibilité d'élaborer leur propre système pour classer les ingrédients figurant sur ces étiquettes.
- c) On devrait faire prendre conscience aux élèves des possibilités d'erreur de leurs analyses en leur faisant comparer les résultats de leurs expériences sur la vitamine C avec ceux de leurs camarades.
- d) La capacité des élèves à appliquer diverses techniques de laboratoire devrait être évaluée pendant les travaux pratiques.
- e) On devrait inciter les élèves à consigner avec précision les données recueillies.
- f) On devrait inciter les élèves à évaluer d'un œil critique leur régime alimentaire.

## Unité obligatoire n° 2

# L'appareil digestif et l'appareil excréteur

*Durée : 15 heures*

Les éléments nutritifs des aliments sont digérés et absorbés par l'organisme, et les déchets sont excrétés ou éliminés. Cette unité est centrée sur les organes qui accomplissent ces fonctions et sur leurs interactions. Les résultats des travaux pratiques effectués par les élèves peuvent servir de toile de fond à cet apprentissage.

Cette unité peut comporter les sujets suivants :

- L'appareil digestif
- L'appareil excréteur

## 1. Objectifs

**Attitudes.** Les élèves seront amenés :

- a) à saisir le rapport qui existe entre la structure de l'appareil digestif et le régime alimentaire de divers organismes (2a, 2f);
- b) à s'interroger sur la nécessité de se débarrasser des déchets corporels et de les traiter adéquatement;
- c) à s'intéresser à l'influence du stress sur l'organisme et sur le mode de vie (4a);
- d) à se poser des questions sur la façon d'utiliser à bon escient les médicaments vendus dans le commerce pour le soulagement des troubles digestifs ou excrétoires (3c).

**Aptitudes.** Les élèves auront la possibilité d'acquérir des aptitudes grâce auxquelles ils pourront :

- a) observer certaines adaptations morphologiques animales, par exemple, la structure des dents et la longueur du tube digestif, et décrire le rapport qui existe entre ces caractéristiques et le régime alimentaire des animaux (2a);



- b) lors de l'analyse des propriétés des enzymes, formuler des hypothèses et exercer un contrôle sur des variables (2b);
- c) interpréter des observations portant sur les conditions particulières dans lesquelles les enzymes décomposent les macromolécules (2b, 2c);
- d) faire un compte rendu des recherches effectuées de façon à permettre à d'autres élèves de refaire celles-ci;
- e) se servir d'instruments de dissection et appliquer la méthode appropriée à la dissection d'un vertébré (2f);
- f) effectuer un titrage acido-basique simple (2g);
- g) mesurer les quantités de substances requises pour effectuer des titrages simples (2g).

**Connaissances.** Les élèves devraient pouvoir :

- a) décrire les différentes sortes de dents des humains, leur structure fondamentale et leurs fonctions (2a);
- b) comprendre et expliquer pourquoi il est important d'avoir une bonne hygiène buccale et donner les règles à suivre dans ce domaine (2a);
- c) décrire les causes, les symptômes et le traitement (de même que la prévention) de certains troubles de l'appareil digestif, dont les caries dentaires, la gingivite, la parodontolyse, l'halitose, l'ulcère gastrique, l'hernie hiatale, le pyrosis, l'ulcère duodénal, le diabète, la péritonite, l'appendicite et l'hépatite;
- d) comparer la dentition des êtres humains à celle d'autres vertébrés (2a);
- e) indiquer où se trouvent les glandes salivaires, et décrire les composantes de la salive et leurs fonctions (2c);
- f) décrire les conditions optimales de fonctionnement de certains enzymes digestifs comme l'amylase ou la pepsine (2b, 2c);
- g) décrire la structure et la fonction de chacun des éléments suivants de l'appareil digestif : la bouche, la langue, l'épiglotte, l'œsophage, l'estomac, les intestins, le foie, la vésicule biliaire, le pancréas, l'appendice, le rectum et l'anus (2f);
- h) décrire les mécanismes entrant en jeu dans la déglutition et le péristaltisme, d'une extrémité à l'autre du tube digestif (2f);
- i) décrire dans quelles circonstances une personne peut s'étouffer et comment on peut essayer de prévenir ce genre d'accident; décrire également les soins d'urgence que l'on peut donner à une personne qui s'étouffe;
- j) décrire la façon dont l'estomac ou l'intestin grêle absorbent des substances comme l'alcool, l'aspirine et les éléments nutritifs (2d);
- k) décrire le rôle de la bile dans l'organisme (2e);
- l) trouver, pendant la dissection d'un vertébré, les différentes parties de l'appareil digestif et de l'appareil excréteur (2f);
- m) décrire la structure des reins, des uretères, de la vessie et de l'urètre, et expliquer le rôle de ces organes (2f);
- n) nommer les principales composantes de l'urine et décrire le rapport qui existe entre chacune d'elles et le régime alimentaire;

- o) décrire les causes et les symptômes des infections urinaires et des calculs rénaux et le traitement médical qui peut être prescrit;
- p) décrire les effets du stress sur l'appareil digestif et l'appareil excréteur et suggérer des moyens de diminuer le stress (8g).

## 2. Activités des élèves

Les élèves doivent :

- \*a) observer la structure de la dentition humaine sur des maquettes ou sur des schémas et la comparer avec celle d'autres animaux vertébrés (8c, 8d);
- \*b) concevoir une expérience pour observer, dans différentes conditions, les effets de la pepsine et de l'acide chlorhydrique sur l'albumine de l'œuf (6a, 8a);
- c) faire une expérience pour déterminer les conditions dans lesquelles l'amylase digère l'amidon et tester les produits avec une solution de Benedict, une solution de Fehling ou une bandelette réactive au glucose (6a);
- d) fabriquer une maquette de l'intestin grêle pour montrer comment les circonvolutions et les villosités de cet organe augmentent sa superficie et permettent l'absorption des éléments nutritifs (8c, 8f);
- e) illustrer le processus d'émulsion en ajoutant de la bile achetée dans le commerce à une couche d'huile de cuisson versée sur de l'eau (6a, 8e);
- \*f) procéder à la dissection d'un vertébré afin d'observer les différentes parties de l'appareil digestif et de l'appareil excréteur (6b, 8d);
- g) à l'aide d'acide chlorhydrique, effectuer le titrage de divers antiacides pour déterminer leur efficacité (6a).

## 3. Applications

- a) Grâce à une bonne connaissance de l'emplacement et du fonctionnement des différentes parties du corps, on peut mieux comprendre l'organisme, qu'il soit en santé ou malade.
- b) Dès qu'une personne se rend compte que son état de santé n'est pas normal, elle peut se faire soigner et être ainsi soulagée plus rapidement de ses maux.
- c) Pour utiliser à bon escient les médicaments vendus dans le commerce pour le soulagement des troubles du tube digestif et de l'appareil excréteur, il faut posséder quelques connaissances fondamentales à leur sujet.
- d) Pour être en bonne santé, il faut avoir une bonne hygiène et une alimentation saine.

\*Voir la sous-section intitulée «Activités des élèves», page 5.

- e) Pour rester en bonne santé, il est important de consulter à intervalles réguliers un médecin et une dentiste. C'est ce qu'on appelle une mesure préventive.

## 4. Incidences sociales

- a) La prévention et le diagnostic précoce des troubles de l'organisme chez l'être humain permettent à ce dernier d'améliorer son rendement.
- b) Les sciences de la santé offrent de nombreux débouchés professionnels aux élèves qui s'intéressent à tout ce qui touche l'appareil digestif et l'appareil excréteur.

## 5. Évaluation du rendement des élèves

Pour cette unité, au moins 50 pour 100 de la note cumulative des élèves doit se fonder sur les trois composantes suivantes :

- a) les comptes rendus d'activités;
- b) la connaissance des appareils et méthodes de laboratoire et la capacité de les utiliser;
- c) la capacité de repérer les différentes parties de l'appareil digestif et de l'appareil excréteur pendant la dissection d'un vertébré.

## 6. Mesures de sécurité à envisager

- a) Manipuler avec une grande prudence les produits chimiques utilisés dans cette unité : les solutions de Benedict et de Fehling, la pepsine et l'acide chlorhydrique, par exemple.
- b) Les élèves devraient porter des gants et des lunettes de protection pendant les dissections. Les spécimens conservés doivent être lavés avec soin, à l'eau du robinet, avant d'être utilisés. Le laboratoire devrait être bien aéré pendant la dissection.
- c) Les élèves devraient savoir que les produits chimiques utilisés dans cette unité peuvent provoquer des allergies.
- d) Pour de plus amples renseignements, les enseignants consulteront la section 9 de la 1<sup>re</sup> partie du programme-cadre.

## 7. Éléments complémentaires

Certains élèves pourraient :

- a) faire des recherches sur certains progrès réalisés au niveau des techniques dentaires;
- b) faire des recherches sur les méthodes modernes de diagnostic des troubles gastro-intestinaux : les ultrasons, et les radiographies prises après administration de colorants radiopaques, par exemple;
- c) visiter le laboratoire d'un hôpital;
- d) chercher dans des journaux et des revues des articles portant sur l'usage opportun ou abusif de laxatifs et d'antiacides.

## 8. Quelques méthodes d'enseignement

- a) Les enseignants devraient, conformément au but du cours, souligner que l'unité constitue le début de l'étude sur l'apport en éléments nutritifs dans l'alimentation humaine.
- b) Dans cette unité, on devrait insister pour que les élèves conçoivent, sous forme de tableau, les données recueillies au cours des expériences.
- c) On devrait mettre l'accent sur le rapport qui existe entre la structure d'un organe et sa fonction.
- d) Comme ce cours de biologie appliquée porte principalement sur l'être humain, la dissection d'un vertébré permettra d'établir un rapport entre l'anatomie et les fonctions de celui-ci et celles qui leur correspondent chez l'être humain.
- e) Si l'on ne dispose pas de bile, on peut utiliser un détergent pour faire la démonstration de l'émulsion. On peut établir un rapport entre l'effet du détergent et certaines activités quotidiennes (comme laver ses cheveux ou la vaisselle).
- f) On peut faire comprendre aux élèves la superficie considérable de l'intestin en la comparant à celle d'un morceau de papier plié en éventail.
- g) On discutera de situations stressantes observées à la maison, à l'école ou au travail et des moyens de réduire le stress.
- h) On invitera un pharmacien ou une pharmacienne à venir parler aux élèves des nombreux médicaments en vente libre.



## Unité obligatoire n° 3

# Les organes sensoriels : un réseau de communication

Durée : 15 heures

Cette unité porte principalement sur les divers mécanismes sensoriels qui captent, interprètent et traitent les stimuli extérieurs. Les réactions sensorielles se vérifient facilement grâce à de nombreuses activités simples illustrant le caractère unique de chaque personne, surtout pour ce qui est de l'interprétation des stimuli.

Cette unité peut comporter les sujets suivants :

- ▶ Les yeux
- ▶ Les oreilles
- ▶ Les chimiorécepteurs
- ▶ Le toucher
- ▶ Le système nerveux central

## 1. Objectifs

**Attitudes.** Les élèves seront amenés :

- a) à s'intéresser aux recherches portant sur leur vision : champ visuel, myopie ou presbytie, et acuité visuelle, par exemple (2a);
- b) à considérer les personnes ayant une mauvaise ouïe ou une vision déficiente comme étant capables de mener une vie normale et productive (4a);
- c) à reconnaître la valeur des applications des techniques de pointe dans le traitement des troubles sensoriels : lentilles cornéennes, prothèses auditives, chirurgie au laser, par exemple (4a);
- d) à éprouver du respect pour les animaux qui aident les personnes handicapées physiquement (les chiens-guides, par exemple);
- e) à aider les personnes atteintes d'un trouble sensoriel;

- f) à comprendre qu'il est important de protéger les récepteurs sensoriels contre une stimulation environnementale exagérée (3e, 4c);
- g) à reconnaître à tout être humain le droit de disposer d'un endroit tranquille (4d).

**Aptitudes.** Les élèves auront la possibilité d'acquérir des aptitudes grâce auxquelles ils pourront :

- a) déterminer l'acuité visuelle à l'aide de la planche de Snellen (2a);
- b) noter avec précision, présenter sous forme de tableau et interpréter des données sur certaines de leurs caractéristiques personnelles (la vision, le goût, le toucher et le temps de réaction, par exemple) (2a, de 2d à 2g);
- c) dessiner des diagrammes à rayons pour illustrer le trajet que suivent dans l'œil les rayons lumineux selon qu'un objet est près ou éloigné (2b);
- d) observer et reconnaître le point le plus rapproché de vision distincte et la tache aveugle et, à l'aide d'un périmètre, déterminer le champ visuel (2a);
- e) disséquer un œil de vache ou de mouton (2b);
- f) indiquer, sur un schéma de la langue, le siège principal des différents goûts acide, sucré, salé et amer (2e);
- g) repérer quelques zones de réflexe du corps, par exemple, au-dessous de la rotule lorsque le genou est plié et à l'intérieur du coude (2g).

**Connaissances.** Les élèves devraient pouvoir :

- a) décrire les éléments d'un système de contrôle (le stimulus, le récepteur, le conducteur, l'interpréteur, l'effecteur et la réaction, par exemple);
- b) au cours d'une dissection, trouver les principales parties de l'œil et de ses structures, et en indiquer la fonction (2b);
- c) décrire la position de l'image à l'intérieur de l'œil chez une personne myope et chez une personne presbyte et expliquer comment les lentilles cornéennes peuvent corriger ces troubles de la vision (2a);
- d) faire la distinction entre les bâtonnets et les cônes de la rétine, du point de vue de leur emplacement et de leur fonction (2a);
- e) expliquer comment les verres concaves, convexes, polarisés ou colorés (rouges, bleus ou jaunes) modifient la vision (2b);
- f) expliquer le terme *illusion d'optique* et en donner un exemple (2c);
- g) décrire les règles d'hygiène à suivre et les précautions à prendre pour les yeux, ainsi que les premiers soins à donner en cas d'accident (l'utilisation des douches oculaires automatiques installées dans les laboratoires, l'importance d'un bon éclairage pour la lecture, l'entretien adéquat des lentilles cornéennes, l'emploi de collyres vendus dans le commerce, et l'importance du port de lunettes de protection dans les ateliers, par exemple);



- h) décrire les affections oculaires les plus courantes (la conjonctivite, le strabisme, la cataracte et l'astigmatisme, par exemple) et indiquer comment on les traite (2a, 2h);
- i) définir le terme *décibel* et faire le lien entre celui-ci et le champ d'audibilité de l'être humain et la sensibilité de l'ouïe humaine, et les risques que comportent les sons de forte intensité provenant d'écouteurs ou de haut-parleurs (2d, 3e, 4d);
- j) expliquer la fonction des principales parties de l'oreille humaine, notamment le pavillon, le tympan, le marteau, l'enclume, l'étrier, le limaçon, les canaux semi-circulaires, le nerf auditif et la trompe d'Eustache (2d);
- k) expliquer le double rôle de l'oreille, c'est-à-dire l'audition et le siège de l'équilibre (2d);
- l) décrire l'interdépendance du goût et de l'odorat dans la perception sensorielle (2e);
- m) nommer les régions du corps les plus sensibles et les moins sensibles au toucher, à la chaleur et au froid (2f, 2i);
- n) définir les termes *réflexe* et *temps de réaction* et expliquer comment la fatigue, le stress et les drogues comme l'alcool ont un effet sur eux (2g);
- o) se rappeler que le rôle du système nerveux est de coordonner le fonctionnement des systèmes vitaux de l'organisme;
- p) reconnaître les principales régions du cerveau des vertébrés et indiquer leur fonction au niveau sensoriel.

## 2. Activités des élèves

Les élèves doivent :

- \*a) (i) déterminer l'acuité visuelle à l'aide de la planche de Snellen; (ii) faire des expériences qui leur permettront d'étudier certaines caractéristiques de l'œil (le daltonisme, la vision stéréoscopique, la vision périphérique, les réactions de la pupille, la myopie et la presbytie, par exemple); (iii) faire des expériences pour déterminer le point le plus rapproché de vision distincte de chaque œil et pour observer les changements qui se produisent dans l'œil pendant l'adaptation; (iv) repérer la tache aveugle à l'aide du diagramme comportant des croix et des cercles noirs (8a);
- \*b) (i) disséquer un œil de mouton ou de vache pour en repérer les différentes parties et les structures qui y sont associées; (ii) à l'aide d'une maquette, montrer le trajet que suivent les rayons lumineux dans l'œil humain (6a, 8b);
- \*c) examiner des exemples d'illusions d'optique;
- d) (i) démontrer le phénomène des ondes sonores en heurtant plusieurs diapasons de fréquences différentes, puis en observant la forme de leurs ondes respectives; (ii) tester leur capacité à entendre des sons de basse et haute fréquences à l'aide d'un

générateur de sons; (iii) faire des expériences pour montrer les effets des indices visuels et de l'orientation du corps sur l'équilibre; (iv) observer la maquette d'une oreille humaine (6b, 6d, 8b);

- \*e) (i) tracer le schéma des zones gustatives de la langue et faire le lien entre celles-ci et le sens du goût (6c); (ii) pincer leurs narines et comparer le goût d'un morceau d'oignon et d'un morceau de pomme de même grosseur (6c);
- f) déterminer la densité de récepteurs tactiles à différents endroits du corps à l'aide du compas de Weber;
- \*g) (i) déterminer le temps de réaction des deux mains; (ii) repérer les zones de réflexe du corps en tapant doucement le genou et l'intérieur du coude avec un marteau de caoutchouc;
- h) faire des recherches à la bibliothèque sur les affections des yeux et des oreilles et les traitements qui s'y appliquent;
- i) voir jusqu'à quel point la main est en mesure d'évaluer les températures.

## 3. Applications

- a) Pour mettre au point des lunettes correctrices, il faut avoir des connaissances sur la structure et la fonction de l'œil.
- b) L'œil est un organe sensible qui doit être protégé contre les rayons du soleil et les objets «volants».
- c) Lorsqu'une personne se blesse à l'œil, que ce soit à la maison, au laboratoire ou au travail, il faut immédiatement lui prodiguer des soins d'urgence de façon à minimiser les dommages.
- d) Il est important de travailler ou de lire sous un éclairage approprié afin de ne pas trop fatiguer ses yeux.
- e) Le volume des appareils stéréophoniques comme les radios et les amplificateurs devrait être maintenu assez bas, surtout lorsqu'on utilise des écouteurs ou des casques, afin de prévenir la surdité.
- f) Les personnes handicapées physiquement doivent parfois compenser leur déficience en développant les autres organes sensoriels; ainsi, les personnes atteintes de cécité ont souvent une ouïe plus développée que celles qui voient bien.

## 4. Incidences sociales

- a) La mise au point de dispositifs perfectionnés permet aux personnes atteintes de troubles visuels ou auditifs de mener une existence plus heureuse.
- b) En observant certaines mesures de sécurité, on peut réduire l'incidence des lésions des organes sensoriels.
- c) En raison des progrès de la technique, les êtres humains sont beaucoup plus exposés à une stimulation excessive, laquelle peut causer des lésions aux organes sensoriels.

\*Voir la sous-section intitulée «Activités des élèves», page 5.

- d) On doit inciter les élèves à respecter l'espace vital de chaque personne, particulièrement en ce qui concerne la pollution par le bruit.

## 5. Évaluation du rendement des élèves

Pour cette unité, au moins 50 pour 100 de la note cumulative des élèves doit se fonder sur les trois composantes suivantes :

- a) l'application adéquate des méthodes de dissection et la capacité de reconnaître les structures observées pendant la dissection;
- b) la capacité de présenter sous forme de tableau des données sur leur vision;
- c) la rédaction d'un compte rendu de laboratoire.

## 6. Mesures de sécurité à envisager

- a) Les élèves devraient porter des gants et des lunettes de protection pendant une dissection. Les spécimens conservés doivent être lavés avec soin, à l'eau du robinet, avant d'être utilisés. Le laboratoire devrait être bien aéré pendant la dissection.
- b) Lorsqu'un ou une élève feint d'être aveugle, ses camarades doivent rester près de lui ou d'elle et l'avertir lorsqu'il ou elle s'approche d'obstacles dangereux.
- c) Demander aux élèves s'ils ont des allergies avant de leur permettre de goûter quoi que ce soit. Tous les matériaux et les solutions utilisés pendant les expériences sur le goût doivent être manipulés selon les règles de l'hygiène.
- d) Les expériences sur l'équilibre au cours desquelles les élèves tournent rapidement sur eux-mêmes doivent se dérouler dans un espace dégagé afin que les élèves ne butent pas contre des obstacles s'ils perdent l'équilibre. Les élèves devraient enlever leurs lunettes, et pour éviter les chutes, ils devraient faire ces expériences à plusieurs. On peut aussi utiliser des tapis de gymnastique pour éviter que les élèves ne se blessent.
- e) On devrait mettre en garde les élèves qui portent des lentilles cornéennes contre les émanations que peuvent dégager les agents de conservation.
- f) Pour de plus amples renseignements, les enseignants consulteront la section 9 de la 1<sup>re</sup> partie du programme-cadre.

## 7. Éléments complémentaires

Certains élèves pourraient :

- a) faire des expériences sur les rayons lumineux pour voir comment divers types de lentilles sont utilisés pour corriger la myopie et la presbytie;
- b) choisir différents types de lunettes et déterminer leur effet sur la vision : les verres polarisés, les verres fumés, les lunettes de soudeur, les verres de différentes couleurs (rose, bleu, gris, jaune), par exemple;
- c) étudier le phénomène des images consécutives positive et négative qui apparaissent après que le sujet a fixé un objet pendant un certain temps;
- d) examiner les différents genres de lentilles cornéennes vendues dans le commerce, comme les lentilles rigides, les lentilles souples et les lentilles poreuses, et discuter de leur entretien et de leur aspect sécuritaire;
- e) à l'aide d'un cadran horaire (utilisé pour le dépistage de l'astigmatisme), déterminer si le sujet examiné est astigmat ou non.

## 8. Quelques méthodes d'enseignement

- a) Pour savoir à quoi s'en tenir à propos de leur capacité visuelle, les élèves devraient, par le biais de diverses expériences, préparer un tableau récapitulatif de ce qui caractérise leur vision.
- b) On peut utiliser des maquettes pour illustrer la structure et la fonction de l'œil et de l'oreille.
- c) Pour aider les élèves à mieux comprendre les difficultés associées aux déficiences sensorielles, on suggère d'inviter des personnes qui ont été atteintes de telles déficiences.
- d) On doit insister sur le fait que les personnes souffrant d'une déficience visuelle ou auditive sont capables de s'adapter et de mener une vie productive si elles bénéficient d'un soutien de la part de la collectivité et si des aménagements adéquats sont prévus à leur intention.



## Unité obligatoire n° 4

# L'appareil respiratoire et le système cardio-vasculaire

Durée : 14 heures

Un être humain peut survivre plusieurs jours sans manger et quelques jours sans boire. En revanche, il meurt rapidement s'il est privé d'oxygène et d'un système efficace qui achemine ce dernier dans son organisme. Cette unité porte sur l'appareil respiratoire et le système cardio-vasculaire. On y insiste sur les répercussions du mode de vie sur l'appareil respiratoire et le système cardio-vasculaire, de façon que les élèves soient en mesure de faire des choix favorisant une vie plus saine.

Cette unité peut comporter les sujets suivants :

- L'appareil respiratoire
- Le système cardio-vasculaire
- La respiration
- La respiration cellulaire

## 1. Objectifs

**Attitudes.** Les élèves seront amenés :

- a) à s'intéresser aux recherches qui leur feront découvrir comment fonctionne leur système cardio-vasculaire (de 2a à 2d);
- b) à s'engager à prendre les mesures nécessaires pour ne pas nuire à leur appareil respiratoire et à leur système cardio-vasculaire (4b);
- c) à respecter le désir des non-fumeurs de respirer de l'air pur;
- d) à s'engager à aider les personnes qui donnent des signes de défaillance respiratoire ou cardio-vasculaire;
- e) à faire preuve d'esprit critique lorsqu'ils appliquent leurs connaissances scientifiques à l'examen de leur mode de vie pour en trouver les points forts et les points faibles.

**Aptitudes.** Les élèves auront la possibilité d'acquérir des aptitudes grâce auxquelles ils pourront :

- a) utiliser un stéthoscope pour écouter les bruits de la respiration (2a);
- b) mesurer des facteurs comme la fréquence respiratoire, la tension artérielle et le rythme cardiaque (de 2b à 2d);
- c) noter la fréquence respiratoire, le rythme cardiaque et la tension artérielle, et présenter ces données sous forme de tableau (de 2b à 2d);
- d) calculer la capacité pulmonaire totale, le volume de réserve expiratoire et la capacité vitale (2b);
- e) interpréter des données portant sur les effets d'un exercice physique exigeant peu d'efforts sur la fréquence respiratoire (2b, 2c);
- f) suivre les directives de l'enseignant ou de l'enseignante pendant la dissection d'un cœur de mouton ou de bœuf (2e);
- g) émettre des hypothèses sur les différences observées entre les profils respiratoires et cardio-vasculaires des élèves de la classe et vérifier ces hypothèses (de 2a à 2d).

**Connaissances.** Les élèves devraient pouvoir :

- a) déterminer les composants de l'air, y compris d'éventuels polluants, et indiquer l'effet d'une variation des niveaux d'oxygène et de bioxyde de carbone sur l'appareil respiratoire;
- b) décrire la fonction et l'emplacement des structures nécessaires à la respiration (le nez, la trachée, les bronches et l'alvéole, par exemple) (2a, 8f);
- c) faire la distinction entre la composition de l'air inhalé et celle de l'air exhalé (2a);
- d) énoncer les traits caractéristiques d'un appareil respiratoire sain (2a, 2b);
- e) expliquer les effets directs qu'a le tabac sur l'appareil respiratoire et le système cardio-vasculaire, et montrer que le tabac peut aussi avoir des conséquences sur d'autres systèmes (2g);
- f) expliquer comment les variations de la pression d'air à l'intérieur de la cavité thoracique commandent le processus mécanique de la respiration (8b);
- g) se rappeler que la respiration cellulaire comporte l'échange de bioxyde de carbone et d'oxygène entre les cellules, ainsi que des réactions chimiques à l'intérieur des cellules;
- h) énumérer les différentes parties du cœur humain et indiquer la fonction de ce dernier (2e);
- i) décrire le parcours que suit le sang dans le cœur et expliquer pourquoi il emprunte ce trajet. (2e);
- j) nommer les éléments qui composent le sang et indiquer le rôle de chacun (2f);
- k) comparer, à partir de radiographies ou de photographies, l'appareil respiratoire de personnes en santé et celui de personnes malades (2g);



- l) nommer et décrire au moins deux techniques de premiers soins de l'appareil respiratoire ou du système cardio-vasculaire (8d);
- m) décrire le processus de l'échange des gaz dans le sang.

## 2. Activités des élèves

Les élèves doivent :

- \*a) écouter, à l'aide d'un stéthoscope, le murmure vésiculaire des poumons et de la trachée au repos et après un effort physique intense (6b);
- \*b) à l'aide d'un spiromètre, calculer la fréquence respiratoire (le volume d'air respiré, le volume de réserve expiratoire, le volume de réserve inspiratoire et la capacité vitale) chez une personne debout, assise puis allongée, et émettre des hypothèses pour expliquer les différences existant entre les élèves (6b, 8c);
- c) essayer d'écouter, à l'aide d'un stéthoscope, les bruits du cœur ou du sang à divers sites pulsatifs comme le cou, le pli du coude et le poignet, et comparer les bruits et le rythme cardiaques avant et après une activité physique exigeant peu d'efforts (6b);
- d) au moyen d'un sphygmomanomètre, mesurer la tension artérielle avant et après une activité physique exigeant peu d'efforts, avant et après l'absorption de café ou de cola, puis calculer le temps qu'il faut pour que la tension artérielle redevienne normale (6b);
- \*e) disséquer un cœur de bœuf ou de mouton, retracer le parcours suivi par le sang dans le cœur et remarquer l'emplacement et la forme des cavités et des valvules du cœur (6b, 8f);
- f) observer au microscope un frottis de sang déjà préparé et repérer les différents types de globules;
- g) observer diverses photographies ou radiographies de poumons sains et de poumons malades.

## 3. Applications

- a) L'exercice physique, le régime alimentaire et le mode de vie ont une grande influence sur l'appareil respiratoire et le système cardio-vasculaire.
- b) Des moniteurs compétents donnent des cours sur les techniques de premiers soins relatives à l'appareil respiratoire et au système cardio-vasculaire.
- c) La tension artérielle varie beaucoup en fonction de l'activité que l'on effectue; c'est l'un des éléments indiquant l'état de santé d'une personne.
- d) Dans certains milieux de travail, il faut protéger son visage avec un masque (lors de l'installation de matériaux isolants, par exemple).

## 4. Incidences sociales

- a) Les sciences de la santé offrent de nombreux débouchés professionnels aux élèves qui s'intéressent à l'appareil respiratoire et au système cardio-vasculaire.
- b) Le tabac, la pollution atmosphérique, les produits chimiques et une mauvaise alimentation peuvent entraîner une détérioration de l'appareil respiratoire et du système cardio-vasculaire.
- c) N'importe qui peut avoir l'occasion d'appliquer des techniques de premiers soins et des mesures salvatrices au cours de sa vie.
- d) L'incidence accrue des maladies respiratoires, notamment les allergies et l'asthme, peut être attribuée à la pollution atmosphérique.

## 5. Évaluation du rendement des élèves

Pour cette unité, au moins 50 pour 100 de la note cumulative des élèves doit se fonder sur les trois composantes suivantes :

- a) la capacité d'interpréter des données obtenues en laboratoire;
- b) les comptes rendus de laboratoire;
- c) la capacité de trouver au cours d'une dissection les différentes parties d'un cœur de bœuf.

## 6. Mesures de sécurité à envisager

- a) Les cœurs de bœuf et de mouton devraient être lavés à l'eau du robinet avant la dissection. Les élèves devraient porter des gants et des lunettes de protection et le laboratoire devrait être bien aéré durant la dissection.
- b) Les élèves atteints de troubles de l'appareil respiratoire ou du système cardio-vasculaire seront dispensés de toute activité susceptible de leur causer un trop grand stress.
- c) Les instruments comme les stéthoscopes et les spiromètres devraient être stérilisés avant d'être utilisés.
- d) Pour de plus amples renseignements, les enseignants consulteront la section 9 de la 1<sup>re</sup> partie du programme-cadre.

## 7. Éléments complémentaires

Certains élèves pourraient :

- a) trouver des statistiques sur les maladies du cœur et des poumons dues au tabac, à l'alimentation, aux allergies et au stress, et faire un compte rendu;
- b) préparer un poumon de porc séché;

\* Voir la sous-section intitulée « Activités des élèves », page 5.

- c) rédiger un rapport sur les cœurs artificiels et les greffes d'organes;
- d) étudier l'effet d'une concentration élevée de bioxyde de carbone sur la fréquence respiratoire.

## 8. Quelques méthodes d'enseignement

- a) Les élèves peuvent se servir d'un stéthoscope pour écouter les bruits émis par chaque composante de l'appareil respiratoire.
- b) On peut illustrer le fonctionnement de l'appareil respiratoire à l'aide d'une maquette de la cavité thoracique, fabriquée avec un bocal en forme de cloche et deux ballons.
- c) Chaque élève peut préparer le profil des différents aspects de son appareil respiratoire et de son système cardio-vasculaire sous forme de tableau. Les élèves comparent ensuite leurs profils et établissent des moyennes.
- d) Les soins d'urgence devront être enseignés par des personnes compétentes en la matière.
- e) On peut inviter un agent ou une agente du service de police de la localité à venir montrer comment fonctionne l'appareil servant aux alcootests.
- f) Avec une fressure de porc, on peut montrer les liens existant entre l'appareil respiratoire et le système cardio-vasculaire.
- g) Sur le cœur et les artères de certains moutons et bœufs, on remarquera peut-être une couche de graisse. C'est une excellente occasion de discuter avec les élèves des répercussions du régime alimentaire que nous suivons sur notre cœur et nos artères. Les enseignants doivent cependant se rappeler que les liens entre l'alimentation et les maladies du cœur restent sujets à controverse.
- h) Les élèves auront peut-être déjà étudié certains éléments de cette unité dans le cadre du programme d'éducation à la santé. On recommande donc aux enseignants de consulter leurs collègues qui enseignent les cours d'éducation à la santé avant d'entamer cette unité, afin de savoir quels sont les objectifs de chaque cours, de pouvoir approfondir certains concepts et d'atténuer ou de supprimer les chevauchements.

## Unité obligatoire n° 5

# La génétique et la reproduction

*Durée : 14 heures*

Les élèves sont exposés régulièrement à des problèmes touchant la sexualité, les méthodes contraceptives, les maladies transmissibles sexuellement et le contrôle des naissances. Cette unité vise à leur donner à ce propos des renseignements et des explications scientifiques sur ces sujets. De nombreuses découvertes faites récemment dans le domaine de la génétique moléculaire sont particulièrement pertinentes à cet égard.

Cette unité peut comporter les sujets suivants :

- ▶ L'ADN et la structure des chromosomes
- ▶ La formation des cellules somatiques et des gamètes
- ▶ La génétique mendélienne
- ▶ L'appareil reproducteur masculin
- ▶ L'appareil reproducteur féminin
- ▶ Le cycle menstruel, la grossesse et l'accouchement
- ▶ Les maladies transmissibles sexuellement
- ▶ La contraception

## 1. Objectifs

**Attitudes.** Les élèves seront amenés :

- a) à prendre conscience de la quantité de renseignements codés contenus dans la molécule d'ADN;
- b) à prendre conscience de la diversité des caractéristiques humaines et du rôle des gènes dans le comportement et la personnalité de chaque personne (2d);
- c) à se préoccuper de la prolifération des agents mutagènes (3b);
- d) à s'émerveiller devant le fait que l'union de deux cellules reproductrices produit un être unique d'une grande complexité;



- e) à réfléchir avec objectivité aux progrès réalisés par la médecine moderne dans le domaine de la fécondation *in vitro* (3a, 4c, 4e, 8a).

**Aptitudes.** Les élèves auront la possibilité d'acquérir des aptitudes grâce auxquelles ils pourront :

- a) observer au microscope des spermatozoïdes et des ovules (2a);
- b) effectuer une analyse généalogique à l'aide de l'échiquier de Punnett (2e);
- c) prédire les génotypes et les phénotypes d'un rejeton en fonction de ceux de ses parents (2e);
- d) observer des caractéristiques humaines déterminées génétiquement (2d);
- e) noter les données recueillies au laboratoire sur les caractéristiques humaines et les présenter sous forme de tableau (2d).

**Connaissances.** Les élèves devraient pouvoir :

- a) énoncer clairement que l'ADN constitue la substance chimique héréditaire fondamentale de la vie et qu'il préside à l'assemblage des acides aminés et des protéines dans la cellule;
- b) définir les termes suivants : gène, chromosome, cellule somatique, gamète (spermatozoïde et ovule), phénotype, génotype, homozygote, hétérozygote, mutation, agent mutagène, zygote, embryon et fœtus;
- c) énoncer clairement que le code génétique est le fondement de l'hérédité;
- d) illustrer le processus d'hérédité de certaines caractéristiques humaines à l'aide de l'échiquier de Punnett (2e);
- e) expliquer le rôle des chromosomes dans la détermination du sexe, la conception de vrais jumeaux et de faux jumeaux et les troubles génétiques comme le syndrome de Down, le syndrome de Turner et l'hémophilie;
- f) décrire la structure et la fonction des différents éléments de l'appareil reproducteur chez l'homme et chez la femme;
- g) énumérer les fonctions des hormones suivantes et l'organe qui les sécrète : testostérone, folliculostimuline, lutéinostimuline, progestérone et œstrogène;
- h) décrire le genre de renseignements que l'on obtient grâce à certaines techniques d'examen du fœtus (l'échographie et l'amniocentèse, par exemple);
- i) expliquer en quoi certains agents environnementaux, voire certains médicaments prescrits par un médecin, peuvent avoir des répercussions sur la femme enceinte et l'enfant qu'elle porte (le tabac, l'alcool ou le cannabis, par exemple);
- j) indiquer les fondements biologiques des maladies transmissibles sexuellement, comme le SIDA, la blennorragie, la syphilis ou la vaginite (8a, 8c);
- k) décrire plusieurs méthodes contraceptives naturelles et artificielles et expliquer comment elles agissent (8a, 8c).

## 2. Activités des élèves

Les élèves doivent :

- \*a) observer des lames préparées de testicules humains ou de testicules de rat et déterminer la taille, la forme et le nombre de spermatozoïdes qu'elles contiennent; observer des lames préparées d'ovaire humain ou d'ovaire de rat pour y repérer les follicules et les ocytes;
- b) assister à la dissection d'un spécimen conservé de vertébré femelle grvide (6a);
- c) observer les lois de la probabilité en lançant une pièce de monnaie en l'air à plusieurs reprises et faire le lien avec un croisement génétique;
- \*d) observer divers caractères humains déterminés génétiquement, comme le type sanguin, le facteur Rh, la ligne de naissance des cheveux, les taches de rousseur, les poils sur les doigts, la forme du lobe et du pavillon de l'oreille, le daltonisme et la capacité de rouler la langue, et présenter les données sous forme de tableau;
- \*e) tracer un échiquier de Punnett pour expliquer le monohybridisme de divers caractères héréditaires humains;
- f) dessiner l'arbre généalogique d'une famille en y retraçant la transmission de phénotypes faciles à déterminer (comme la capacité de rouler la langue, par exemple);
- g) observer des photographies d'un fœtus humain à divers moments de son développement.

## 3. Applications

- a) Les progrès réalisés dans le domaine du génie génétique peuvent déboucher sur la fabrication de médicaments permettant d'enrayer des maladies.
- b) Des substances comme l'alcool, le tabac, les médicaments et les drogues peuvent engendrer des mutations, lesquelles provoquent des maladies congénitales.
- c) Les conseils que donnent les généticiens aux futurs parents peuvent augmenter les chances de ceux-ci d'avoir un enfant en bonne santé.

## 4. Incidences sociales

- a) Dans certaines régions du monde, la population se multiplie à un rythme tel que les ressources locales ne suffisent plus à nourrir celle-ci.
- b) La baisse du taux de natalité peut modifier la répartition des groupes d'âge dans une population.

\*Voir la sous-section intitulée «Activités des élèves», page 5.

- c) Dans le domaine de la génétique, il sera peut-être nécessaire de fixer des limites quant aux expériences actuelles et futures.
- d) C'est à l'ensemble de la collectivité qu'incombe la responsabilité de s'occuper des personnes atteintes de maladies congénitales.
- e) Il existe des programmes qui permettent de détecter les troubles génétiques.
- f) Il faut exiger des fabricants de produits pharmaceutiques qu'ils rendent davantage de comptes et qu'ils soient plus sérieux dans leurs recherches pour éviter que des erreurs soient commises (la thalidomide en est un exemple).

## 5. Évaluation du rendement des élèves

Pour cette unité, au moins 50 pour 100 de la note cumulative des élèves doit se fonder sur les trois composantes suivantes :

- a) l'aptitude à observer au microscope les spermatozoïdes et les ovules;
- b) les observations des caractéristiques humaines et la compilation des données;
- c) la capacité d'utiliser un échiquier de Punnett pour analyser la nature héréditaire des caractéristiques humaines.

## 6. Mesures de sécurité à envisager

- a) Les élèves devraient porter des gants pour manipuler des spécimens conservés.
- b) Pour de plus amples renseignements, les enseignants consulteront la section 9 de la 1<sup>re</sup> partie du programme-cadre.

## 7. Éléments complémentaires

Certains élèves pourraient :

- a) observer au microscope des spermatozoïdes et des ovules d'escargot pour étudier le début de la segmentation;
- b) préparer et observer au microscope des lames de testicules et d'ovaires de grenouille et y repérer les spermatozoïdes et les ocytes respectivement;
- c) effectuer des croisements expérimentaux sur la drosophile;
- d) obtenir la photographie d'un noyau cellulaire pendant la mitose et en analyser le caryotype;
- e) construire la maquette d'une molécule d'ADN;
- f) disséquer de petits éperlans frais ou d'autres petits poissons pendant la période du frai et en prélever les spermatozoïdes et les ovules, puis tenter d'observer au microscope le processus de fertilisation;

- g) passer en revue des données sur des problèmes courants (maladies cardiaques, diabète ou cancer, par exemple) causés par divers facteurs, et les présenter aux autres élèves pour qu'ils en discutent;
- h) faire des recherches à la bibliothèque sur des sujets comme les expériences de Watson et Crick, les méthodes d'accouchement, les malformations congénitales, les agents mutagènes, la contribution des scientifiques canadiens aux progrès de la génétique ou les répercussions d'une erreur dans la prescription de médicaments sur la vie des personnes affectées (la thalidomide, par exemple).

## 8. Quelques méthodes d'enseignement

- a) Cette unité devrait porter principalement sur les principes et les concepts biologiques qui servent à comprendre la génétique et la reproduction. Étant donné la nature de cette unité, de nombreuses questions épineuses risquent d'être soulevées en classe. Les enseignants doivent donc les aborder avec tact. On trouvera des suggestions à ce sujet à la sous-section 10.2 de la 1<sup>re</sup> partie du programme-cadre de sciences. Il est également de la plus haute importance que les professeurs de sciences familiales et d'éducation à la santé participent à la préparation de ce cours afin que l'on présente aux élèves un tableau équilibré des préoccupations que soulève l'étude de la reproduction humaine et de la génétique sur les plans de la science, de la société et de la santé.
- b) Il existe d'excellents films sur des sujets liés à la génétique et à la reproduction.
- c) Il serait souhaitable d'inviter des gens travaillant dans des centres médicaux ou des écoles de soins infirmiers à venir parler aux élèves.
- d) Il existe, en Ontario, de nombreux centres de génétique qui disposent de documents de référence destinés aux enseignants.



## Unité obligatoire n° 6

## La gestion des déchets

Durée : 14 heures

L'étude de la biologie humaine ne serait pas complète si l'on ne se penchait pas sur les répercussions des activités humaines sur l'environnement. Les êtres humains exploitent les ressources naturelles pour fabriquer des aliments et des produits manufacturés; ce faisant, ils rejettent des déchets dans la nature, et ceux-ci peuvent engendrer de graves problèmes médicaux et écologiques. Pour éviter ces problèmes, il faut que les déchets fassent l'objet d'une gestion adéquate. Les élèves doivent se rendre compte qu'il faut réduire la quantité des déchets et mettre au point des méthodes pour en restreindre la production.

Cette unité peut comporter les sujets suivants :

- ▶ Les matières en suspension dans l'eau
- ▶ La pollution chimique
- ▶ La purification de l'eau
- ▶ La pollution atmosphérique
- ▶ Les ordures ménagères
- ▶ Le traitement des déchets

## 1. Objectifs

**Attitudes.** Les élèves seront amenés :

- a) à interpréter de façon objective les résultats d'analyses qualitatives d'échantillons d'air et d'eau (2b);
- b) à se soucier de la sécurité lorsqu'ils manipulent des échantillons d'eau dont ils ignorent le degré de pureté (2a, 2b);
- c) à se rendre compte qu'il faut résoudre le problème des précipitations acides (2d, 2e, 2g);

- d) à évaluer sans parti pris la part de responsabilité de chacun en matière de pollution de l'environnement;
- e) à s'engager à faire leur part pour que la quantité des ordures ménagères diminue dans leur foyer (2h);
- f) à s'intéresser à l'évaluation des méthodes de contrôle de la gestion des déchets appliquées dans la collectivité;
- g) à se rendre compte que les déchets humains et industriels peuvent nuire à la santé (2i);
- h) à faire preuve d'objectivité lorsqu'ils évaluent la façon dont les médias abordent la question de la gestion des déchets (2j).

**Aptitudes.** Les élèves auront la possibilité d'acquérir des aptitudes grâce auxquelles ils pourront :

- a) se servir de microscopes photoniques et stéréoscopiques lorsqu'ils observent des indicateurs biologiques de pollution (2a);
- b) interpréter des données pour évaluer la qualité de l'air et de l'eau (2a, 2b, 2f);
- c) mettre au point un système de classification des polluants de l'eau et des polluants atmosphériques;
- d) déterminer le degré d'acidité d'échantillons d'eau de pluie ou de neige (2g);
- e) structurer les données recueillies au cours d'expériences;
- f) calculer en pourcentage la composition des ordures ménagères (le pourcentage de papier, de polystyrène, de plastique, de métal et de verre, par exemple) (2h).

**Connaissances.** Les élèves devraient pouvoir :

- a) énumérer les types d'organismes que l'on trouve dans des eaux de diverses qualités (2a);
- b) dresser la liste des méthodes de purification et de stérilisation de l'eau (2c);
- c) indiquer l'importance des résultats des tests destinés à mesurer la pollution de l'air et de l'eau;
- d) expliquer, à l'aide d'équations sémantiques, comment la combustion du soufre produit des précipitations acides (2d);
- e) énoncer les répercussions des précipitations acides sur certains organismes vivants et sur certains matériaux courants (2e);
- f) définir le terme *micromètre* ( $\mu\text{m}$ ) (2f);
- g) faire la distinction entre substance *biodégradable* et substance *non biodégradable* (2h);
- h) expliquer les fonctions des principaux éléments d'une station d'épuration des eaux d'égout et ceux d'une fosse septique domestique (2i);

## 2. Activités des élèves

Les élèves doivent :

- \*a) observer au microscope les matières en suspension et les organismes contenus dans des échantillons d'eau prélevés à divers endroits (6a, 6b, 8e);
- \*b) analyser des échantillons d'eau prélevés de sources ponctuelles ou préparés par l'enseignant ou l'enseignante pour déceler la présence d'oxygène et de polluants comme le plomb, le phosphate et le nitrate (6a);
- c) réaliser des expériences visant à illustrer des méthodes de purification de l'eau (filtration, floculation);
- d) réaliser une expérience visant à montrer que la combustion du soufre engendre des précipitations acides (6c);
- e) réaliser des expériences visant à montrer les propriétés corrosives des acides bénins sur les plantes, les métaux et les carbonates (6d);
- f) sur une lame enduite de vaseline et laissée à l'air libre pendant au moins 24 heures, recueillir des particules en suspension dans l'air et tenter de les nommer et de les classer selon leur type, leur taille et leur origine possible (6b);
- \*g) déterminer, à l'aide d'indicateurs, l'acidité de la pluie (ou de la neige);
- \*h) déterminer la composition (en pourcentages) des diverses catégories d'ordures accumulées pendant une semaine par la classe ou à la maison (6e, 8h);
- i) évaluer l'efficacité des méthodes appliquées dans la collectivité pour traiter les excréments humains et éliminer les ordures, et rédiger un compte rendu sur le sujet (8g);
- j) procéder à une étude de cas pour trouver le site qui se prêterait le mieux à l'enfouissement des déchets.

## 3. Applications

- a) Grâce à la séparation des ordures ménagères selon qu'elles sont biodégradables ou composées de verre, de métal, de papier ou de plastique, il est possible de recycler les déchets.
- b) La connaissance des normes de pollution permettra aux élèves de trouver les polluants susceptibles de causer des problèmes de santé.
- c) La diminution des précipitations acides entraînerait une réduction des coûts de remplacement des matériaux endommagés et ralentirait l'acidification des lacs, laquelle menace de nombreuses espèces aquatiques.
- d) Il est possible d'adopter un mode de vie qui minimise les dégâts que subit l'écosystème (pratiques de conservation, campagnes de nettoyage, recyclage, par exemple).

## 4. Incidences sociales

- a) Dans de nombreuses collectivités de l'Ontario, le traitement inadéquat des excréments humains et d'autres déchets, qu'ils soient d'origine nucléaire, animale ou industrielle, nuit à la qualité de l'eau.
- b) Depuis dix ans, on a marqué des progrès importants dans la réduction des polluants environnementaux, mais la société devrait s'efforcer d'aller encore plus loin, à mesure que de nouvelles techniques sont mises au point.
- c) La pollution atmosphérique causée par les activités humaines fait peser une sérieuse menace sur les industries forestière et touristique, sur la santé des populations et sur l'équilibre de l'écosystème mondial.
- d) Pour lutter contre la pollution, on a pris des mesures visant à réduire ou à éliminer les déchets que génèrent les activités humaines.
- e) L'emballage exagéré des produits avec des substances non biodégradables crée pour la collectivité de graves problèmes d'élimination des déchets.

## 5. Évaluation du rendement des élèves

Pour cette unité, au moins 50 pour 100 de la note cumulative des élèves doit se fonder sur les trois composantes suivantes :

- a) l'analyse des éléments présents dans une eau polluée;
- b) le calcul du pourcentage correspondant à chaque catégorie d'ordures ménagères;
- c) la capacité d'utiliser un microscope et de faire un compte rendu précis de ce qui a été observé.

## 6. Mesures de sécurité à envisager

- a) Il faut manipuler avec prudence les échantillons d'eau susceptibles d'être pollués.
- b) Après avoir manipulé des produits chimiques ou des polluants, les élèves devraient laver leurs mains et nettoyer les tables de travail et les lames.
- c) Le soufre devrait être brûlé sous une hotte.
- d) Il faudrait manipuler les acides avec précaution.
- e) Les élèves devraient porter un masque et des gants de caoutchouc lorsqu'ils touchent des déchets en provenance de la maison ou produits par la classe.
- f) Pour de plus amples renseignements, les enseignants consulteront la section 9 de la 1<sup>re</sup> partie du programme-cadre.

\*Voir la sous-section intitulée «Activités des élèves», page 5.



## Unité facultative n° 1

## Le jardinage

*Durée : 12 heures*

## 7. Éléments complémentaires

Certains élèves pourraient :

- a) appliquer les méthodes analytiques apprises en classe à l'étude d'un cours d'eau ou d'un lac des environs;
- b) étudier les répercussions d'une atmosphère acide sur la structure et la croissance des plantes;
- c) faire une recherche sur la quantité de papier jeté à l'école, puis concevoir et mettre sur pied un programme de recyclage;
- d) noter pendant quelque temps les taux de pollution et faire le lien avec les conditions géographiques et météorologiques;
- e) étudier des données sur l'acidité des lacs et prédire les répercussions que les précipitations acides pourraient avoir au cours de la prochaine décennie et après;
- f) déchiqueter et désencrer de vieux journaux et fabriquer du papier recyclé.

## 8. Quelques méthodes d'enseignement

- a) Cette unité devrait avoir pour thème central la gestion des déchets à la maison et dans la collectivité. Les élèves devraient constamment garder ce thème présent à l'esprit et réfléchir à ce que coûte cette gestion aux contribuables.
- b) Les sujets traités dans cette unité dépendront en grande partie de l'époque de l'année, de la géographie de la région et des méthodes locales de gestion des déchets. Les activités des élèves sont conçues de façon à donner aux enseignants la latitude nécessaire à cet égard.
- c) On devrait envisager de visiter une station d'épuration des eaux d'égout ou un site d'enfouissement des déchets solides des environs.
- d) On peut aménager un aquarium riche en éléments nutritifs et ensemencé d'algues, l'observer pendant quelques semaines et procéder à des analyses.
- e) Comme certaines planches d'invertébrés vendues dans le commerce sont trop compliquées pour de nombreux élèves, on devrait fournir à la classe une liste simple d'espèces indicatrices avec leur illustration.
- f) On devrait faire un parallèle entre la réduction des déchets et l'utilisation à bon escient de l'énergie.
- g) Les enseignants devraient se garder de laisser entendre que la technique de pointe peut régler à elle seule tous les problèmes de pollution. On pourra aussi aborder la question des coûts et des décisions politiques.
- h) On peut inciter les élèves à analyser les ordures de leur foyer ou de la classe. On leur fournira un masque et des gants de caoutchouc et on les empêchera de toucher les restes de nourriture.

En cultivant un jardin potager, les familles peuvent combler une partie de leurs besoins alimentaires, évitant ainsi d'avoir à acheter tous les aliments qu'elles consomment. Pour préparer et entretenir un potager, il est essentiel de connaître les conditions du sol et les besoins des plantes. Cette unité a pour but de faire comprendre aux élèves les principes fondamentaux du jardinage et de leur donner la possibilité de choisir et de manipuler des plantes.

Cette unité peut comporter les sujets suivants :

- ▶ Les éléments nutritifs du sol
- ▶ Les propriétés du sol
- ▶ Les organismes du sol
- ▶ La préparation d'un potager
- ▶ La culture organique
- ▶ Les produits chimiques

## 1. Objectifs

**Attitudes.** Les élèves seront amenés :

- a) à se préoccuper des répercussions que peuvent avoir, sur la santé, des aliments qui ont été traités chimiquement (2i, 3b);
- b) à s'intéresser aux nouvelles méthodes appliquées en agriculture (2g);
- c) à reconnaître le rôle essentiel des plantes dans la production d'aliments et d'oxygène;
- d) à remettre en question l'utilisation inconsidérée de pesticides et d'herbicides (2i, 3b);
- e) à faire preuve de prudence lors de la manipulation, de l'élimination et de l'entreposage des pesticides, herbicides et fongicides (2i, 3d).

**Aptitudes.** Les élèves auront la possibilité d'acquérir des aptitudes grâce auxquelles ils pourront :

- a) analyser le pH et la teneur en éléments nutritifs d'échantillons de sol (2a);
- b) calculer le pourcentage d'eau contenu dans des échantillons de sol (2b);
- c) se servir d'un microscope pour déterminer la densité de la population de nématodes (2c);
- d) classer des renseignements au moment où ils dressent les plans d'un potager (2e);
- e) tracer un graphique à partir des données recueillies au cours de l'expérience sur l'oignon et la suppression de la germination (2f);
- f) suivre les instructions reçues pour cultiver des légumes par la méthode hydroponique et pour propager des plantes d'intérieur (2g, 2h);
- g) recueillir des données sur les étiquettes des contenants de pesticides, d'herbicides et de fongicides (2i).

**Connaissances.** Les élèves devraient pouvoir :

- a) décrire le rôle de l'azote, du phosphore, du potassium et du pH dans la croissance des plantes (2a);
- b) expliquer les symptômes que l'on rencontre couramment chez certaines plantes souffrant de maladies dues à une déficience d'éléments nutritifs (2a);
- c) donner la liste de quelques propriétés physiques du sol et en indiquer l'importance (2b);
- d) décrire le rôle joué par des organismes tels les champignons, les nématodes et les vers de terre dans la formation du sol (2c);
- e) nommer les facteurs qui doivent être pris en considération pour cultiver un jardin et s'assurer d'une bonne récolte (2d, 2e);
- f) comparer les techniques de culture organique et de culture à base de produits chimiques (2f);
- g) discuter des avantages et des inconvénients de la culture hydroponique (2g);
- h) énumérer les méthodes les plus couramment appliquées pour propager des plantes d'intérieur (2h);
- i) faire la distinction entre pesticides, herbicides et fongicides (2i).

## 2. Activités des élèves

Les élèves doivent :

- \*a) analyser des échantillons de sol pour y déceler la présence d'azote, de phosphore et de potassium et pour en mesurer le pH (6a, 8b);
- \*b) calculer la capacité de rétention d'eau de divers échantillons de sol (6a, 8b);

- c) procéder à une expérience pour déterminer la densité de la population de nématodes dans le sol (6a);
- d) effectuer des recherches pour trouver dans quelles conditions on peut cultiver certains des légumes et fines herbes que l'on trouve couramment dans un petit potager;
- e) dessiner le plan d'un potager où l'on ferait pousser diverses plantes en indiquant à quel endroit chacune d'elles aurait un rendement maximal;
- f) réaliser une expérience pour vérifier l'hypothèse selon laquelle l'oignon contient une substance qui empêche la germination des graines d'autres espèces (8f);
- g) cultiver un légume par la méthode hydroponique (6d);
- \*h) propager des plantes en utilisant diverses méthodes comme le bouturage, la greffe et la germination des graines (6c, 6d, 8g);
- \*i) lire attentivement les renseignements que l'on trouve sur les étiquettes de divers contenants de pesticides, d'herbicides et de fongicides pour connaître le mode d'emploi et la toxicité de ces produits, les précautions à prendre pour les entreposer et la façon d'éliminer les contenants (6b).

## 3. Applications

- a) Des méthodes de culture efficaces peuvent maximiser la production d'un jardin potager et réduire le coût de l'alimentation d'une famille.
- b) Les méthodes de culture organique peuvent contribuer à la réduction de la quantité de pesticides contenus dans les aliments.
- c) On peut augmenter à peu de frais le nombre des plantes d'intérieur ou d'extérieur grâce aux méthodes de propagation.
- d) En manipulant avec prudence les pesticides et les herbicides, on peut prévenir les problèmes de santé qu'entraîne une exposition prolongée à des substances toxiques.
- e) La propagation et l'entretien des plantes peuvent constituer pour certains un passe-temps fort agréable.

## 4. Incidences sociales

- a) De nombreux métiers sont liés aux plantes, comme celui de jardinière-paysagiste, d'agricultrice, d'exploitant de serre et de fleuriste.
- b) L'appauvrissement des sols et la diminution des terres arables pourraient entraîner à l'avenir de graves pénuries de produits agricoles.
- c) Les nouvelles méthodes comme l'utilisation de l'énergie solaire et la culture hydroponique pourraient contribuer à limiter la pénurie de vivres.
- d) Les plantes contribuent à la qualité de la vie, particulièrement dans les villes.



- e) L'usage inconsidéré de pesticides et d'herbicides non biodégradables fait peser une menace sur la santé et l'environnement.
- f) En cultivant un potager, une famille peut réduire ses frais alimentaires et se rendre compte que l'agriculture n'est pas une tâche aisée.

## 5. Évaluation du rendement des élèves

Pour cette unité, au moins 50 pour 100 de la note cumulative des élèves doit se fonder sur les trois composantes suivantes :

- a) le calcul de la capacité de rétention d'eau des sols;
- b) les comptes rendus de laboratoire;
- c) la capacité de s'occuper de plantes expérimentales.

## 6. Mesures de sécurité à envisager

- a) Il faut laver ses mains après avoir touché des échantillons de sol.
- b) Utiliser si possible de la terre stérilisée.
- c) On demandera aux élèves s'ils souffrent d'allergies avant de leur permettre de toucher des plantes.
- d) Pour de plus amples renseignements, les enseignants consulteront la section 9 de la 1<sup>re</sup> partie du programme-cadre.

## 7. Éléments complémentaires

Certains élèves pourraient :

- a) observer au microscope des tiges herbacées et ligneuses pour étudier la croissance des plantes;
- b) rendre visite à une personne spécialisée dans les plantes (un fleuriste, un architecte-paysagiste, un expert en agriculture ou un agronome-conseil, par exemple) ou l'inviter dans la classe pour discuter avec elle des débouchés professionnels liés aux plantes;
- c) faire germer des graines d'arbres communs en Ontario et prendre des dispositions pour que les jeunes pousses soient mises en terre;
- d) faire des semis de graines de fleurs et les repiquer dans le jardin de l'école;
- e) calculer les économies que l'on peut réaliser en cultivant et en mettant en conserve des plantes potagères;
- f) étudier les techniques employées pour protéger les plantes durant l'hiver (l'émondage, par exemple);
- g) faire des recherches sur la méthode des cultures associées.

## 8. Quelques méthodes d'enseignement

- a) Les enseignants qui choisissent cette unité devraient déterminer avec soin le moment de l'année où ils l'aborderont de façon que les élèves puissent faire un maximum d'activités.
- b) On peut analyser et comparer des échantillons de sol provenant d'un potager familial ou d'une exploitation agricole afin de rendre ce genre d'expérience plus intéressant.
- c) Il convient de signaler aux élèves qu'il y a de multiples possibilités d'emplois dans le secteur de la production et de la transformation des aliments.
- d) De nombreux élèves font montre d'un plus grand sens des responsabilités s'ils s'occupent eux-mêmes de quelques plantes. Si les installations ne sont pas assez spacieuses pour que l'on puisse cultiver des plantes dans la classe, les élèves pourront faire des expériences chez eux et apporter les plantes à l'école à la fin du projet.
- e) Les plantes qui décorent la classe peuvent aussi servir aux expériences.
- f) Grâce à l'utilisation de tubes fluorescents au-dessus des plantes, il est possible de réaliser même en hiver une bonne partie des travaux pratiques de cette unité.

## Unité facultative n° 2

# La peau

Durée : 12 heures

Chez les êtres humains, la peau joue une infinité de rôles et, comme elle est le plus grand organe du corps, elle est soumise à des conditions environnementales qui varient constamment. Cette unité traite de la structure de la peau, de son rôle en tant qu'organe sensoriel et excrétoire et de son rôle dans le maintien de l'équilibre homéostatique du milieu interne. Les soins de la peau sont essentiels à la santé de l'organisme. On présente aussi différentes méthodes pour maintenir la peau et les cheveux en bonne santé.

Cette unité peut comporter les sujets suivants :

- La structure et la fonction de la peau
- La peau en tant qu'organe sensoriel
- Les soins de la peau et des cheveux
- Les cicatrices et les rides
- Les troubles de la peau et des cheveux
- Les allergies cutanées
- Les effets du rayonnement

## 1. Objectifs

**Attitudes.** Les élèves seront amenés :

- a) à choisir judicieusement parmi tous les produits pour les soins de la peau et des cheveux annoncés dans les médias (3a);
- b) à découvrir qu'il existe des similitudes et des différences entre la structure et le type de peau de diverses personnes (2a, 2b, 2d);
- c) à comprendre les sentiments qu'éprouvent des personnes souffrant d'une maladie de la peau et à prendre conscience des causes de ces maladies.

**Aptitudes.** Les élèves auront la possibilité d'acquérir des aptitudes grâce auxquelles ils pourront :

- a) noter et compiler des données sur la peau (2a, 2c, 2d);
- b) à l'aide d'une loupe ou d'un microscope binoculaire, observer la surface cutanée (2a);
- c) trouver et classer les nerfs sensoriels de la peau pour le toucher, la douleur, le chaud et le froid, par exemple (2c);
- d) concevoir une expérience sur les écrans solaires, les produits capillaires ou les produits de beauté (2f);
- e) interpréter les résultats obtenus, une fois qu'ils ont trouvé l'emplacement des pores sudoripares (2d);
- f) observer et classer les empreintes digitales de plusieurs personnes (2b).

**Connaissances.** Les élèves devraient pouvoir :

- a) décrire la structure de la peau (2a, 2c, 2d);
- b) décrire des empreintes digitales types (2b);
- c) nommer les fonctions de la peau;
- d) expliquer brièvement ce qu'il faut faire pour avoir une peau et des cheveux sains;
- e) nommer les caractéristiques des produits pour les soins de la peau et des cheveux, et indiquer leur composition chimique et la façon correcte d'employer ces produits (2f, 2g);
- f) énumérer les causes et les effets des cicatrices et des rides;
- g) expliquer les façons de traiter les affections cutanées communes;
- h) expliquer brièvement l'action des radiations solaires sur la peau et les cheveux;
- i) décrire les caractéristiques des brûlures, des allergies et de l'acné;
- j) décrire les premiers soins à donner à la peau en cas de brûlure, par exemple;
- k) décrire les symptômes du cancer de la peau;
- l) expliquer pourquoi il faut appliquer un écran solaire pour se protéger contre les rayons solaires (2f);
- m) connaître les ingrédients actifs et l'échelle d'évaluation des produits servant d'écran solaire (2f).



## 2. Activités des élèves

Les élèves doivent :

- \*a) à l'aide d'une loupe ou d'un microscope binoculaire, observer la structure de l'épiderme, notamment celle des cicatrices, des ongles, des cuticules, de la racine des poils, des taches de rousseur ou des grains de beauté, et comparer la paume et le dos de la main en ce qui a trait aux rides et aux sillons, aux motifs, à l'emplacement des glandes sudoripares, à la pilosité, à l'épaisseur de la peau et à la structure des poils;
- \*b) utiliser un tampon encreur pour prendre les empreintes de chaque doigt, les classer dans l'un des dix modèles fondamentaux et comparer le dessin de chaque empreinte à celui des autres doigts du sujet, puis à celui des doigts d'un ou d'une camarade de classe;
- \*c) tracer un diagramme représentant les nerfs sensoriels de la peau (pour le toucher, la douleur, le chaud et le froid) situés à l'avant-bras et au mollet;
- \*d) tracer un diagramme des pores sudoripares situés à différents endroits de l'épiderme, en utilisant de l'amidon et de l'iode comme indicateurs (6a);
- e) comparer l'effet ressenti lorsqu'on plonge un doigt de chaque main dans des bacs d'eau de températures différentes et que l'on met ensuite ces deux mêmes doigts dans deux bacs d'eau qui sont à la même température;
- \*f) concevoir une expérience, la réaliser et en faire un compte rendu, ou faire des recherches à la bibliothèque sur l'un des sujets suivants : (i) les qualités protectrices des écrans et des huiles solaires et des produits qui assurent un bronzage instantané; (ii) l'action des décolorants, des produits de rinçage, des teintures et des permanentes sur les cheveux, et des dépilatoires sur les poils; (iii) l'action de divers shampooings et revitalisants sur l'entretien des cheveux; (iv) l'effet de divers produits de beauté sur la santé de la peau (6b, 8a);
- g) après un exercice physique vigoureux, comparer l'ouverture des pores des paumes dont l'une a été traitée avec un antisudorifique.

## 3. Applications

- a) Un examen critique du contenu des réclames véhiculées par les médias devrait permettre aux élèves de choisir les produits qui conviennent à leur peau et à leurs cheveux.
- b) Les huiles et écrans solaires contiennent des substances qui, à des degrés divers, protègent la peau contre les rayons nuisibles du Soleil.
- c) La comparaison des empreintes digitales peut servir à l'identification d'un individu.

## 4. Incidences sociales

- a) Le cancer de la peau peut être le résultat direct du rayonnement solaire. En comprenant la nature de ce rayonnement, en connaissant la sensibilité de leur propre peau et les moyens de la protéger, les élèves peuvent réduire les risques d'avoir un cancer de la peau ou des brûlures graves.
- b) Grâce à un diagnostic précoce, on peut soigner les troubles cutanés et même prévenir l'infection et la perte d'heures de travail, ou éviter les frais supplémentaires occasionnés par les soins en milieu hospitalier.
- c) Il existe de nombreux débouchés professionnels dans le domaine des soins de la peau et des cheveux (cosmétologie et dermatologie, par exemple).

## 5. Évaluation du rendement des élèves

Pour cette unité, au moins 50 pour 100 de la note cumulative des élèves doit se fonder sur les trois composantes suivantes :

- a) les comptes rendus de laboratoire;
- b) l'observation et la classification d'empreintes digitales;
- c) la préparation d'un diagramme représentant les nerfs sensoriels de la peau.

## 6. Mesures de sécurité à envisager

- a) On devrait utiliser de l'iode dilué pour dénombrier et trouver l'emplacement des pores sudoripares, et les élèves devraient disposer d'éviers adéquats.
- b) Avant de faire quelque expérience que ce soit, il faudrait s'assurer que les élèves ne sont pas allergiques aux produits utilisés dans cette unité.
- c) Pour de plus amples renseignements, les enseignants consulteront la section 9 de la 1<sup>re</sup> partie du programme-cadre.

## 7. Éléments complémentaires

Certains élèves pourraient :

- a) tester divers décolorants, teintures, shampooings et revitalisants sur une petite mèche de cheveux;
- b) analyser la façon dont divers savons émulsifient des graisses liquides (huile);
- c) préparer un rapport sur les méthodes de soins d'urgence acceptées par l'Ambulance Saint-Jean et la Croix-Rouge pour le traitement des troubles cutanés et des brûlures.

## 8. Quelques méthodes d'enseignement

- a) Les enseignants peuvent inviter un coiffeur, une cosmétologue ou une dermatologue à parler aux élèves des soins de la peau et des cheveux.
- b) Dans cette unité, les activités pour lesquelles les élèves doivent présenter des données sur la structure de la peau offrent à ceux-ci une excellente occasion de se servir de tableaux et de diagrammes.
- c) Les cours de premiers soins seront donnés par des personnes compétentes en la matière. Les élèves qui ont suivi de tels cours peuvent présenter les méthodes de premiers soins pour la peau.
- d) Les élèves peuvent se rendre dans plusieurs pharmacies pour faire une recherche sur les nombreux médicaments et produits pour les soins de la peau en vente libre.
- e) On peut tester les produits capillaires sur un échantillon de fourrure de chat.

### Unité facultative n° 3

## Les os et les muscles : la charpente du corps humain

*Durée : 12 heures*

Le squelette constitue la charpente du corps humain. En outre, il joue un rôle important quant à la protection des organes vitaux et à la production d'hémocytes. Les muscles s'insèrent sur le squelette et, pour assurer les mouvements du corps, ils doivent se contracter dans le cas de la flexion et se détendre dans celui de l'extension.

Le but de cette unité est d'expliquer et de montrer aux élèves que les muscles et les os sont en étroite relation lorsqu'ils accomplissent leurs fonctions respectives. Comme les os et les muscles agissent de concert pour que nous puissions faire des mouvements souples et contrôlés, il faut que les élèves prennent conscience des limites du système osseux et du système musculaire, et qu'ils comprennent comment un régime alimentaire sain et un entraînement physique adéquat peuvent contribuer au maintien d'une bonne santé.

Cette unité peut comporter les sujets suivants :

- ▶ Les os
- ▶ Les cartilages
- ▶ Les articulations
- ▶ Les muscles
- ▶ Les tendons et les ligaments
- ▶ Les problèmes associés aux os et aux muscles



## 1. Objectifs

**Attitudes.** Les élèves seront amenés :

- a) à prendre conscience de l'interdépendance du système osseux et du système musculaire en tant que supports des tissus (2c);
- b) à s'intéresser à la structure des os et des muscles (2a, 2c, 2f);
- c) à se rendre compte des rapports existant entre la structure du système osseux et les diverses fonctions de ce dernier (2c);
- d) à utiliser l'équipement de sécurité et les vêtements qui protègent les os et les muscles (2j);
- e) à comprendre qu'il faut faire quelques bons exercices d'échauffement et de détente avant et après des périodes d'activité physique intense (2j).

**Aptitudes.** Les élèves auront la possibilité d'acquérir des aptitudes grâce auxquelles ils pourront :

- a) observer des spécimens frais ou conservés d'os longs et en trouver les principaux éléments (2a);
- b) interpréter les résultats d'analyses chimiques déterminant les propriétés des os (2b);
- c) classer certains os de vertébrés en fonction de la catégorie à laquelle ils appartiennent : plats, longs et irréguliers (2c);
- d) trouver les structures des systèmes de soutien et décrire leurs fonctions (2c);
- e) légèrer le diagramme d'une diarthrose (du genou ou du coude, par exemple) (2d, 2e);
- f) observer des radiographies ou des photographies d'un squelette humain, noter la relation existant entre les différents éléments et indiquer les troubles possibles (2h);
- g) mesurer la durée de la fatigue lors de l'étude de l'activité musculaire (2i);
- h) évaluer le temps de réaction en fonction des exercices physiques effectués et de la fatigue musculaire (2i);
- i) disséquer un muscle strié et les éléments qui lui sont associés (2f).

**Connaissances.** Les élèves devraient pouvoir :

- a) énoncer les fonctions fondamentales d'un squelette interne;
- b) énumérer les éléments fondamentaux d'un os long, par exemple (tissu compact et tissu spongieux, moelle osseuse et cartilages articulaire et conjugal), et expliquer la fonction de chacun (2a);
- c) donner la composition chimique du tissu osseux et établir un parallèle entre celle-ci et le régime alimentaire d'une part, et le rôle de soutien du tissu osseux d'autre part (2b);
- d) comparer le cartilage et le tissu osseux du point de vue de leur composition, de leurs propriétés physiques et de leur fonction (2a, 2b);
- e) montrer comment la forme et la structure d'un os sont fonction de l'emplacement de cet os dans le corps et de son rôle (2c);

- f) décrire plusieurs adaptations du système osseux permettant aux vertébrés bipèdes ou quadrupèdes d'effectuer certains mouvements particuliers (le vol des oiseaux et la course du pur-sang, par exemple) (2c);
- g) décrire la structure et la fonction d'une diarthrose (servant de charnière) en prenant le genou ou le coude comme exemple (2d);
- h) comparer l'emplacement, la structure et la fonction des tendons et des ligaments (2e);
- i) décrire la structure du bras et de la ceinture thoracique d'un être humain afin de montrer l'appariement antagoniste des biceps et des triceps (2e);
- j) expliquer ce qu'est l'appariement antagoniste par rapport aux mouvements musculaires (2e);
- k) décrire les trois types de muscles, leurs principales propriétés, leurs caractéristiques et leur emplacement;
- l) décrire comment les mouvements du corps s'apparentent au principe du levier (2e);
- m) expliquer l'importance que revêt l'exercice physique pour le mouvement musculaire (c'est-à-dire la différence entre les exercices isométriques et les exercices isotoniques); définir la *fatigue musculaire* et les moyens de la combattre (2i);
- n) faire la distinction entre les termes *hypertrophie* et *atrophie*, selon qu'on a affaire à un tissu musculaire dans une situation de stress (exercice physique vigoureux) ou en période d'inactivité (membre dans un plâtre, par exemple) (2i);
- o) décrire les soins d'urgence qui sont donnés pour diverses blessures du système osseux (2j).

## 2. Activités des élèves

Les élèves doivent :

- \*a) observer un os long, d'abord entier puis en coupe longitudinale, en trouver le tissu compact et le tissu spongieux, la moelle et le cartilage, et énoncer la fonction respective de ces éléments (6a, 8a);
- \*b) examiner l'apparence et la rigidité d'un os avant de le placer dans une solution diluée d'acide chlorhydrique pendant plusieurs jours, et après l'en avoir retiré (6b);
- \*c) examiner le squelette de différents vertébrés (celui d'un oiseau, d'un mammifère ou d'un être humain, par exemple), et en noter les ressemblances et les différences, les adaptations à des fonctions spécifiques et les différences selon le sexe (8b);
- \*d) se servir d'un spécimen frais ou d'une maquette de l'articulation du genou pour illustrer les composants articulaires généraux;

\*Voir la sous-section intitulée «Activités des élèves», page 5.

- e) montrer l'appariement antagoniste du biceps et du triceps en levant et en abaissant un objet qu'ils tiennent dans la main et légèrer un diagramme de ces muscles;
- \*f) séparer les fibres et les tissus conjonctifs d'un morceau de viande de bœuf frais à l'aide de micro-aiguilles;
- g) utiliser une patte de dinde ou de poulet frais pour montrer le fonctionnement du tendon;
- \*h) examiner des radiographies ou des photographies du squelette humain en notant les rapports entre les divers éléments observés, y compris les principales articulations; noter s'il y a des traces d'intervention chirurgicale, dont des broches métalliques, des agrafes ou du cartilage de remplacement;
- \*i) étudier la fatigue musculaire et le temps de réaction pendant un exercice répétitif (soulever un objet en maintenant le bras droit, par exemple) (8e);
- \*j) faire des recherches à la bibliothèque sur les types de lésions osseuses et musculaires résultant de la pratique des sports, comme les entorses de la cheville, les crampes, l'épicondylite des joueurs de tennis, les déchirures de ligaments, et le genou du coureur, et sur les premiers soins à donner dans ces cas; *ou* effectuer des recherches à la bibliothèque sur une affection courante des os, des muscles ou des articulations, comme l'ostéoporose, l'ostéomyélite, la calcification, la bursite, les entorses, les luxations, l'arthrite, la goutte, la dystrophie musculaire progressive ou la poliomyélite.

### 3. Applications

- a) Le régime alimentaire doit comprendre une bonne source de minéraux qui assureront un développement suffisant des os pendant les années de croissance et empêcheront que les os perdent de leur densité à l'âge adulte.
- b) La structure globale de l'organisme influe sur les capacités physiques d'une personne et peut limiter ses mouvements corporels pendant certains exercices particuliers. Ce concept peut aider les élèves à choisir les sports dans lesquels ils ont le plus de chances d'exceller.
- c) Lorsqu'on comprend le système de soutien du corps humain, il est plus facile de choisir des programmes d'exercices permettant l'atteinte d'objectifs précis comme l'endurance ou la force, selon les besoins particuliers de chaque personne.
- d) De bons exercices d'échauffement et de détente devraient réduire la fréquence des blessures infligées aux muscles et aux éléments de soutien qui leur sont associés.
- e) L'exercice physique et une alimentation saine sont essentiels pour être en bonne santé.

- f) Si l'on connaît le système de soutien corporel, on a moins de difficultés à choisir les vêtements convenant le mieux à une activité donnée.
- g) Si l'on sait donner des soins d'urgence en cas de blessure, on peut minimiser la gravité de celle-ci.

### 4. Incidences sociales

- a) L'importance accordée à la bonne forme physique, grâce à laquelle le muscle cardiaque et le squelette acquièrent un bon tonus, contribue à rendre la population plus productive et en meilleure santé.
- b) Il existe de nombreuses professions exigeant des connaissances sur le système musculaire et le système squelettique (chiropraticienne, professeure de conditionnement physique et entraîneur, par exemple).

### 5. Évaluation du rendement des élèves

Pour cette unité, au moins 50 pour 100 de la note cumulative des élèves doit se fonder sur les trois composantes suivantes :

- a) les résultats d'expériences et les comptes rendus de laboratoire;
- b) la capacité de mettre en pratique les bonnes méthodes de dissection;
- c) les recherches à la bibliothèque sur les affections des os et des muscles et la description de leur traitement.

### 6. Mesures de sécurité à envisager

- a) Les élèves devraient porter des gants et des lunettes de protection pendant une dissection. Ils devraient laver les spécimens sous l'eau du robinet avant de les utiliser.
- b) Il faut être prudent lorsqu'on se sert d'acide.
- c) Pour de plus amples renseignements, les enseignants consulteront la section 9 de la 1<sup>re</sup> partie du programme-cadre.



## 7. Éléments complémentaires

Certains élèves pourraient :

- a) étudier la composition minérale d'un os en utilisant de l'acide nitrique dilué pour dissoudre un tissu osseux écrasé, puis procéder à des tests chimiques ou à la flamme.
- b) comparer la structure d'un squelette à celle d'un pont en fonction du support offert;
- c) expliquer l'emplacement des ceintures thoracique et pelvienne chez diverses classes de vertébrés tels les poissons, les amphibiens et les mammifères;
- d) étudier les genres de leviers que l'on trouve dans l'organisme et expliquer à quoi ils servent;
- e) préparer des lames de tissus musculaires striés, lisses et cardiaques et les observer au microscope;
- f) étudier différents types d'exercices (les exercices isométriques, isotoniques, de force et d'endurance, par exemple) et indiquer l'effet qu'ils ont.

## 8. Quelques méthodes d'enseignement

- a) Il faudrait réduire au minimum la liste des noms des os que les élèves doivent connaître par cœur.
- b) Il faudrait insister sur un concept important : la relation existant entre les muscles et les os et la façon dont ceux-ci sont agencés pour remplir une fonction précise.
- c) Pour rendre l'étude de cette unité plus intéressante, on pourrait inviter une personne à venir s'adresser à la classe (une représentante d'une clinique sportive, le médecin d'une équipe sportive, une physiothérapeute ou un chiropraticien, par exemple).
- d) On devrait encourager les élèves à consulter un ou une médecin lorsqu'ils subissent une blessure au système osseux ou musculaire.
- e) Les enseignants devraient insister sur l'importance des exercices dans le maintien de la forme physique et de la santé, et souligner en particulier que les personnes qui sont en bonne condition physique risquent moins de se blesser lorsqu'elles pratiquent un sport.
- f) On pourrait inviter un ou une secouriste à montrer aux élèves les premiers soins à donner en cas d'urgence.

### Unité facultative n° 4

## Dissection d'un petit mammifère

*Durée : 6 heures*

Cette unité se veut un complément des unités qui traitent des vertébrés. En intégrant la dissection d'un petit mammifère comme un rat blanc aux autres unités, on rendra plus pertinentes les activités de l'ensemble du cours. Pendant la dissection, les élèves auront la possibilité de perfectionner leurs techniques d'observation en laboratoire et d'assimiler les notions relatives à chacun des systèmes déjà étudiés en tentant d'établir un lien entre eux. Il faudra modifier les objectifs relatifs aux connaissances si les élèves dissèquent un mammifère autre qu'un rat blanc.

Cette unité peut comporter les sujets suivants :

- Les éléments externes et les téguments
- Le système sensoriel
- L'appareil digestif
- L'appareil excréteur
- L'appareil respiratoire
- Les systèmes circulatoire et lymphatique
- L'appareil reproducteur

## 1. Objectifs

**Attitudes.** Les élèves seront amenés :

- a) à mieux comprendre l'agencement complexe et l'interdépendance des organes chez tous les êtres vivants (2a);
- b) à faire preuve d'un esprit de collaboration lorsqu'ils dissèquent à deux un animal (2a);
- c) à manifester de l'intérêt pour l'anatomie (2a);
- d) à faire preuve de curiosité à l'égard des mécanismes internes et externes de l'organisme (2a).

**Aptitudes.** Les élèves auront la possibilité d'acquérir des aptitudes grâce auxquelles ils pourront :

- a) se servir d'instruments de dissection de façon précise (2a);
- b) maintenir en bon état les instruments de dissection (2a);
- c) bien ranger les instruments de dissection et les spécimens étudiés (2a);
- d) suivre dans l'ordre les directives données au laboratoire (2a);
- e) nommer des structures données et observer leur orientation par rapport aux structures associées et la relation qu'elles entretiennent avec elles;
- f) expliquer par déduction l'interdépendance des systèmes d'après leur agencement dans l'organisme (2a);
- g) faire un schéma de chaque système et le légèrer en se fondant sur les observations faites pendant la dissection (2b);
- h) noter les observations faites sur chaque système de manière ordonnée et précise.

**Connaissances.** Les élèves devraient pouvoir :

- a) définir les principaux termes anatomiques employés pour repérer les structures de l'organisme pendant la dissection : dorsal, ventral, médian, antérieur (frontal), postérieur (caudal), supérieur et inférieur (2a);
- b) repérer les principales composantes des éléments externes comme les poils, les mammelons, les lèvres, les orifices urogénital et anal, la queue, les griffes, et le scrotum chez les mâles (2a);
- c) (i) repérer les structures associées au système sensoriel, par exemple, le pavillon de l'oreille, les vibrisses, les narines externes, les yeux, les paupières supérieures, inférieures et nictitantes (2a); (ii) reconnaître les adaptations morphologiques subies par les structures sensorielles pour capter des stimuli, comme un pavillon de l'oreille court et souple soutenu à la base par un cartilage lui permettant de tourner pour capter un son et acheminer les ondes sonores vers le tympan (2a);
- d) décrire la répartition des poils sur le corps et comparer la peau squamifère de la queue d'un rat à la peau humaine (2a);
- e) comparer la structure des pattes du rat à celles d'autres quadrupèdes ainsi qu'à celle du pied et de la main chez l'être humain; noter certaines adaptations morphologiques qui ont procuré à l'être humain une plus grande souplesse et un meilleur support, comme le pouce opposable et la voûte plantaire (2a);
- f) repérer les principales sortes de dents et indiquer en quoi la structure, la forme et la position des dents sont liées à leur fonction masticatoire (2a);
- g) comparer la langue du rat (forme, texture et point d'attache) à celle de l'être humain;
- h) trouver les principales structures de la tête, du cou et de la région thoracique qui sont associées à la digestion, à la respiration et à la circulation (les glandes salivaires, le larynx, l'épiglotte, la trachée, la glande thyroïde, les veines jugulaires et les artères carotides, par exemple) (2a);

- i) trouver le réseau capillaire et le tissu conjonctif et décrire leur fonction respective (2a);
- j) parler de la répartition des graisses et du réseau de vaisseaux sanguins associé au mésentère, lequel sert de support à l'intestin grêle (2a);
- k) déterminer le sens des fibres musculaires dans les régions thoracique et abdominale (2a);
- l) (i) comparer la structure interne de l'estomac du rat à celle de l'être humain et expliquer brièvement la fonction des plissements gastriques et des sécrétions de mucus (2a); (ii) expliquer pourquoi la longueur du tube digestif a son importance (2a); (iii) trouver et nommer les principaux organes de l'appareil digestif puis expliquer la fonction de chacun;
- m) trouver et nommer les principaux organes de l'appareil excréteur et se rappeler qu'ils sont situés très près de l'appareil reproducteur (2a);
- n) (i) trouver et nommer les principaux organes de l'appareil respiratoire; (ii) décrire la structure de la trachée et son sens par rapport à l'œsophage pendant la respiration et la déglutition (2a);
- o) (i) trouver et nommer les oreillettes et les ventricules du cœur ainsi que les valvules et les vaisseaux sanguins associés; (ii) faire un parallèle entre l'épaisseur des parois du cœur et la fonction de celui-ci (2a);
- p) trouver et nommer les principaux organes reproducteurs chez le mâle et la femelle (2a);
- q) trouver et nommer les vaisseaux sanguins du rat, comme l'aorte, la carotide, la veine cave, ainsi que les veines et les artères rénales, hépatiques, fémorales, pulmonaires et jugulaires (2a);
- r) (i) indiquer l'emplacement des ganglions lymphatiques (nœuds) et de la rate (2a); (ii) s'appuyer sur le principe du fonctionnement des muscles pour expliquer la circulation de la lymphe dans l'organisme (2a).

## 2. Activités des élèves

Les élèves doivent :

- \*a) disséquer un rat blanc, déterminer l'emplacement des principaux organes des systèmes étudiés et noter les relations entre les divers systèmes;
- \*b) tracer et légèrer des schémas simples de chaque système;
- c) préparer un schéma en indiquant, par un code de couleurs, chacun des systèmes disséqués.

\*Voir la sous-section intitulée «Activités des élèves», page 5.



### 3. Applications

- a) Des connaissances de base en anatomie permettront aux élèves de comprendre les explications médicales que leur donnera un ou une spécialiste de la santé.
- b) Une lésion à un endroit du corps peut provoquer une douleur ailleurs. Si les élèves savent qu'il existe une interdépendance entre les différentes parties de l'organisme, ils pourront mieux comprendre en quoi consistent les lésions.

### 4. Incidences sociales

Il faut posséder des connaissances en anatomie pour exercer nombre de professions (médecin, infirmier et physiothérapeute, par exemple) et pour comprendre le fonctionnement de l'organisme.

### 5. Évaluation du rendement des élèves

Pour cette unité, au moins 75 pour 100 de la note cumulative des élèves doit se fonder sur les trois composantes suivantes :

- a) l'esprit de collaboration manifesté pendant une dissection faite à deux;
- b) les comptes rendus de laboratoire et les schémas préparés à différents stades de la dissection;
- c) les travaux pratiques au laboratoire au cours desquels des spécimens sont utilisés.

### 6. Mesures de sécurité à envisager

- a) Les élèves devraient porter des lunettes de protection et des gants jetables pendant la dissection.
- b) Les élèves devraient bien laver leurs mains avec du savon avant de quitter le laboratoire.
- c) On devrait rincer les spécimens à l'eau avant de les utiliser.
- d) On devrait bien aérer la pièce pendant la dissection.
- e) Pour de plus amples renseignements, les enseignants consulteront la section 9 de la 1<sup>re</sup> partie du programme-cadre.

### 7. Éléments complémentaires

Certains élèves pourraient faire une étude anatomique comparative avec d'autres vertébrés (une grenouille-léopard, une couleuvre, un oiseau, etc.).

### 8. Quelques méthodes d'enseignement

- a) Les élèves peuvent faire la dissection selon une progression logique, en effectuant chacune des étapes dans l'ordre suivant : éléments externes et téguments; région buccale; dissection ventrale par le thorax, le tronc et l'abdomen pour étudier les appareils digestif, excréteur et reproducteur ainsi que les systèmes circulatoire et respiratoire; dissection dorsale de la colonne vertébrale pour observer la relation qui existe entre les réseaux nerveux et sanguins.
- b) On devrait éviter d'employer des termes trop techniques. Il est beaucoup plus important que les élèves comprennent l'organisation globale du corps, les troubles les plus courants et les régions qu'ils touchent, le traitement et les causes possibles, ainsi que la relation qui existe entre les différentes structures.
- c) Des croquis légendés sont utiles pour réviser les régions disséquées. Il faudrait inciter les élèves à dessiner leurs propres croquis, ce qui vaut mieux que de calquer des dessins compliqués dans des manuels. Les croquis doivent être précis, mais il ne s'agit pas de créer une œuvre d'art.
- d) On devrait constamment rappeler aux élèves que le mammifère qu'ils sont en train de disséquer constitue un modèle à partir duquel ils peuvent faire des rapprochements avec le corps humain.
- e) Il peut être utile d'établir des comparaisons avec d'autres mammifères, à divers stades de la dissection, pour observer les adaptations morphologiques et la façon unique dont chaque espèce exécute diverses fonctions (comparer les dents de l'être humain, du rat, du castor, du mouton et du cheval, par exemple).
- f) Pour les systèmes qui n'ont pas été étudiés en détail dans le cadre d'une unité, il faudra peut-être donner plus d'explications à leur sujet pendant la dissection et prendre le temps d'en discuter.
- g) Un manuel de laboratoire rédigé en termes simples et décrivant, dans l'ordre, les diverses étapes de la dissection, peut être utile aux élèves.

## Unité facultative n° 5

# Les êtres humains et l'environnement

Durée : 12 heures

Cette unité met l'accent sur les répercussions des activités humaines sur l'environnement.

Cette unité peut comporter les sujets suivants :

- ▶ La matière, l'énergie et la croissance démographique
- ▶ La consommation alimentaire en Amérique du Nord
- ▶ La nourriture et les pays en développement
- ▶ L'homéostasie dans l'écosystème
- ▶ Le choix des sites d'enfouissement des déchets
- ▶ Le recyclage
- ▶ Les problèmes écologiques mondiaux
- ▶ Les problèmes écologiques et environnementaux locaux

## 1. Objectifs

**Attitudes.** Les élèves seront amenés :

- a) à faire preuve d'esprit critique lorsqu'ils discutent des différentes facettes d'un problème écologique (2d);
- b) à se rendre compte que de nombreuses disciplines comme les sciences, l'économie et la sociologie interviennent dans la résolution de problèmes environnementaux;
- c) à respecter le fragile équilibre écologique des composantes de l'écosystème;
- d) à remettre en question les reportages des médias sur les phénomènes écologiques (2d, 3a);
- e) à s'engager à réduire la quantité d'ordures qu'ils produisent et à utiliser nos ressources naturelles à meilleur escient (2b);
- f) à s'intéresser aux réserves naturelles existantes et à s'engager à sauvegarder les régions uniques d'un point de vue écologique (2g);

- g) à faire preuve d'esprit critique lors de l'extrapolation des courbes exponentielles et à prendre conscience que ces courbes ne représentent que des prévisions dont l'utilité peut être mince (2b).

**Aptitudes.** Les élèves auront la possibilité d'acquérir des aptitudes grâce auxquelles ils pourront :

- a) tracer des courbes exponentielles à partir de données sur une activité présentant une croissance géométrique, et interpréter ces courbes (2a);
- b) prévoir, par l'extrapolation de graphiques, la population de demain et les tendances qui marqueront la consommation (2a);
- c) prédire les répercussions possibles des changements écologiques sur l'environnement (2e);
- d) faire des recherches sur les problèmes écologiques locaux et en discuter (2f, 2g);
- e) trouver des statistiques d'ordre écologique sur la population, la consommation et la production (2b, 2e);
- f) présenter à leurs camarades les données qu'ils ont trouvées au cours de leurs recherches (2c, 2e);
- g) faire montre d'objectivité lorsque d'autres élèves exposent leurs idées.

**Connaissances.** Les élèves devraient pouvoir :

- a) définir les termes suivants : écologie, homéostasie, écosystème, niche, biotique, abiotique, capacité limite, exponentiel, précipitations acides et recyclage;
- b) cerner les problèmes écologiques de la région (2c, 2f, 2g);
- c) se rappeler que les êtres humains peuvent améliorer la qualité de leur vie en améliorant la qualité de leur environnement (2b, 2c);
- d) expliquer pourquoi la quantité de matière et d'énergie disponible ne peut pas répondre à la demande créée par la croissance démographique actuelle (2b);
- e) décrire le taux de croissance de la population mondiale (2b);
- f) décrire les déchets que produisent les gens et établir un lien avec la pollution de l'environnement (2c);
- g) montrer comment l'exploitation abusive de l'environnement peut bouleverser l'homéostasie de l'écosystème et faire peser une menace sur la qualité de la vie (2e);
- h) décrire un problème environnemental complexe comportant divers facteurs intimement liés (2f, 2g);
- i) décrire la façon dont divers organismes gouvernementaux établissent des normes environnementales et en surveillent l'application, et établir un lien entre ce processus et, d'une part, l'influence de l'électorat et des groupes de pression, et d'autre part, les limites quant à la capacité de ces organismes de surveiller efficacement le respect de ces normes.



## 2. Activités des élèves

Les élèves doivent :

- \*a) tracer un graphique de croissance géométrique en utilisant les résultats de la duplication annuelle d'une pièce d'un cent pendant 35 ans, et un autre graphique à partir des statistiques relatives à la population mondiale de l'an 500 de notre ère jusqu'à nos jours, et comparer ces deux graphiques (8a);
- b) (i) dresser la liste des différents aliments qu'ils ont consommés en une journée en mentionnant la quantité; en utilisant les statistiques sur la population mondiale, évaluer la quantité d'animaux et de plantes qui seraient consommés en un jour si le monde entier mangeait la même chose; (ii) évaluer la quantité d'eau, de fer et d'acier, de pétrole et de nourriture que consomme un Nord-Américain moyen ou une Nord-Américaine moyenne pendant toute sa vie; comparer ces chiffres aux quantités de déchets produits au cours d'une vie (kilogrammes d'ordures, boîtes de conserve, automobiles); appliquer ces statistiques à un pays en développement et déterminer quels seraient les effets sur l'environnement si ce pays avait le même niveau de vie que les Nord-Américains (8b); (iii) prévoir les effets que l'on constaterait sur l'environnement si l'Amérique du Nord réduisait son niveau de vie à celui d'un pays type en développement (8b);
- c) (i) dresser une liste des différents déchets industriels produits par un certain nombre d'industries locales; (ii) discuter des diverses questions que pose le choix d'un site d'enfouissement des déchets (les besoins auxquels doit répondre l'emplacement en question, les moyens de transport possibles et les problèmes écologiques soulevés par le choix du site, par exemple) (8c);
- d) étudier les deux volets de la controverse entourant la chasse aux phoques, y compris les aspects politiques et économiques de cette question et les répercussions écologiques sur l'industrie de la pêche d'une croissance non contrôlée de la population des phoques;
- \*e) faire des recherches à la bibliothèque sur l'un des sujets suivants et, à partir des résultats obtenus, prévoir les répercussions de ce phénomène sur l'environnement jusqu'à l'an 2050 : l'effet de serre provoqué par une augmentation de la quantité de bioxyde de carbone dans l'air; la diminution de la photosynthèse en raison de la disparition des forêts tropicales et tempérées; la pollution des océans; l'effet qu'auront les précipitations acides sur les forêts du monde entier si elles ne sont pas enrayerées; une étude de cas sur la pollution de l'environnement, par exemple, le déversement accidentel d'un produit chimique (8g);

f) analyser les besoins économiques de la collectivité et les besoins écologiques de la région dans le cadre de l'étude d'un problème écologique local (8e, 8f);

- \*g) choisir une région qu'ils trouvent unique ou fragile d'un point de vue environnemental, et après avoir étudié les besoins de l'industrie et le besoin de conservation, rédiger un rapport sur la façon dont on pourrait procéder à un zonage de la région pour créer un parc naturel ou un territoire public (8e, 8f).

## 3. Applications

- a) Dans les centres urbains, une pollution de l'air localisée peut mener à un effet de serre temporaire.
- b) Les déchets, qu'ils soient produits par des particuliers ou par une industrie, constituent un problème qui touche tous les citoyens. En réduisant la quantité de déchets superflus, on abaissera les coûts totaux de cueillette et d'élimination des ordures.

## 4. Incidences sociales

- a) Le mode de vie des Nord-Américains met à l'épreuve l'équilibre écologique mondial et pourrait causer la pénurie de nombreuses ressources naturelles.
- b) Les analyses indiquent qu'à l'avenir, personne n'échappera à certains problèmes mondiaux, d'où la nécessité d'atténuer ces problèmes ou de les éliminer.
- c) Les problèmes environnementaux ont toujours plusieurs facettes. En tenant compte de tous les aspects d'une question, on peut prendre des décisions rationnelles et logiques.

## 5. Évaluation du rendement des élèves

Pour cette unité, au moins 40 pour 100 de la note cumulative des élèves doit se fonder sur les deux composantes suivantes :

- a) les travaux de recherche à la bibliothèque;
- b) la préparation et l'interprétation de graphiques de croissance géométrique.

## 6. Mesures de sécurité à envisager

Sans objet dans cette unité.

## 7. Éléments complémentaires

Certains élèves pourraient :

- a) voir comment la science essaie de faire face à une demande exponentielle en matière d'alimentation en mettant au point des «aliments miracles» et des cultures à rendement rapide;
- b) étudier le rôle et l'efficacité de divers groupes qui se préoccupent de l'environnement.

## 8. Quelques méthodes d'enseignement

- a) Il faudrait choisir les échelles graphiques appropriées lorsque les élèves doivent comparer deux courbes de croissance exponentielle.
- b) Les problèmes qui se posent lorsqu'on veut donner aux pays en développement la possibilité d'améliorer leur niveau de vie sont complexes, et si l'on y arrivait, cela exigerait beaucoup de la biosphère. Les enseignants devraient être conscients du fait que les discussions portant sur certains de ces pays peuvent blesser la susceptibilité de quelques élèves.
- c) Les simulations de problèmes écologiques locaux devraient s'appuyer sur un modèle de résolution de problèmes comprenant des prises de décision qui tiennent compte de tous les aspects de la question.
- d) L'être humain survit en partie grâce à l'équilibre homéostatique de son milieu interne, sujet qui a été traité au cours des unités sur la physiologie. L'équilibre homéostatique de l'écosystème est également nécessaire à la survie. Les enseignants peuvent utiliser des exemples où l'intervention des humains dans un écosystème naturel a bouleversé l'équilibre.
- e) La présentation d'un mémoire à une administration municipale peut faire suite à des recherches sur le nouveau zonage d'un site écologique de la région.
- f) Si un problème écologique doit être soulevé lors d'une assemblée du conseil municipal, les élèves peuvent assister à la réunion afin d'étudier le débat d'un œil critique.
- g) On peut trouver des données utiles dans de nombreux documents publiés par le gouvernement, et dans des ouvrages sur l'écologie à la bibliothèque.

## Unité facultative n° 6

# Le comportement et le système nerveux central

*Durée : 6 heures*

Cette unité met l'accent sur la relation existant entre le système nerveux et le comportement. Même si les scientifiques ont encore beaucoup à découvrir sur le comportement humain, les élèves peuvent acquérir une connaissance de base sur le sujet et commencer à en comprendre certains aspects.

Cette unité peut comporter les sujets suivants :

- Les réflexes
- Les réactions coordonnées chez les invertébrés
- Le système nerveux central
- Les comportements innés
- Les comportements acquis
- Les troubles de la personnalité
- Les effets des médicaments et des drogues sur le système nerveux central et sur le comportement

## 1. Objectifs

**Attitudes.** Les élèves seront amenés :

- a) à prendre conscience de la complexité du système nerveux;
- b) à traiter avec respect les spécimens vivants (2a);
- c) à manifester de la curiosité pour les modèles de comportement (2a, 2d);
- d) à faire preuve d'esprit critique dans le choix d'un milieu et de méthodes d'apprentissage adéquats (3c);
- e) à éprouver de la sympathie pour les personnes qui présentent des troubles de la personnalité ou qui éprouvent des difficultés d'apprentissage (3e, 4b, 4c);
- f) à reconnaître qu'il faut éviter les lésions spinales et cérébrales (3a, 4b).



**Aptitudes.** Les élèves auront la possibilité d'acquérir des aptitudes grâce auxquelles ils pourront :

- a) observer divers comportements;
- b) manipuler de façon appropriée des spécimens vivants (2a);
- c) classer différents comportements selon qu'ils sont innés ou acquis (2a, 2b);
- d) déduire les bonnes habitudes à prendre dans le domaine de l'étude (2e);
- e) à partir de différentes observations, déduire la valeur adaptative des réactions coordonnées chez les invertébrés (2a).

**Connaissances.** Les élèves devraient pouvoir :

- a) décrire la structure et la physiologie du neurone, d'une synapse et de l'arc réflexe (2b);
- b) trouver les mécanismes de protection du cerveau et de la moelle épinière;
- c) décrire les causes et les conséquences d'un traumatisme physique sur le cerveau ou la moelle épinière;
- d) décrire les conséquences de certains troubles du système nerveux central (comme les attaques d'apoplexie, la méningite, la paralysie cérébrale, le spina-bifida et la sclérose en plaques);
- e) trouver les principales structures et fonctions du cerveau d'un vertébré (2c);
- f) nommer les principales pulsions humaines ainsi que leur importance du point de vue de l'adaptation (2d);
- g) nommer certains comportements instinctifs chez les vertébrés et expliquer leur importance du point de vue de l'adaptation (2d);
- h) donner quelques exemples de bonnes méthodes d'apprentissage (2e);
- i) indiquer les causes et les symptômes possibles et les traitements reconnus de divers troubles de la personnalité (les phobies, les obsessions, les compulsions, la cleptomanie, la psychopathie, la toxicomanie, la maladie d'Alzheimer, la sénilité, la dépression, la schizophrénie et la paranoïa, par exemple);
- j) trouver les symptômes de divers troubles de l'apprentissage et les traitements qui peuvent être prescrits;
- k) décrire divers médicaments et drogues non thérapeutiques et leurs effets;
- l) décrire le lien qui existe entre le comportement normal d'une personne et l'influence qu'exercent sur cette dernière ses camarades, une crise à affronter ou un groupe nombreux.

## 2. Activités des élèves

Les élèves doivent :

- \*a) (i) observer chez les invertébrés (un ver de terre, par exemple) les réactions coordonnées à l'obscurité et à la lumière vive; (ii) observer la réaction d'un ver aux vapeurs d'hydroxyde d'ammonium (6a);
- \*b) observer divers réflexes, comme (i) la contraction de la pupille lorsque des yeux qui se sont adaptés à l'obscurité sont soumis à une lumière vive; (ii) le clignement des yeux lorsqu'on sur-saute; (iii) le réflexe rotulien;
- c) disséquer un cerveau de mouton conservé ou faire une section dorsale du crâne d'un vertébré (6b);
- d) faire des recherches à la bibliothèque pour étudier des exemples de comportement instinctif, comme la communication chez les abeilles, la migration des oiseaux, l'accouplement chez les épinoches, la construction d'un nid chez les oiseaux et la fabrication d'une toile chez les araignées (8b);
- \*e) faire au moins trois des exercices suivants : (i) une expérience de conditionnement; (ii) une expérience visant à montrer que la mémoire est indissociable des habitudes; (iii) apprendre par cœur des mots dépourvus de sens; (iv) un exercice d'apprentissage où l'on distrait le sujet; (v) un exercice selon la méthode empirique; (vi) un exercice de compilation de données; (vii) une expérience permettant d'étudier trois méthodes d'apprentissage par réception sensorielle (auditive, visuelle et tactile) (de 8d à 8g);
- f) faire des recherches à la bibliothèque sur une maladie mentale, une lésion du système nerveux central ou un trouble de l'apprentissage, et sur leurs traitements respectifs.

## 3. Applications

- a) Les lésions spinales et cérébrales peuvent avoir de graves effets débilants. Il est primordial de connaître leurs causes et les moyens de les éviter.
- b) On doit diagnostiquer et traiter très tôt des troubles du comportement ou de l'apprentissage.
- c) Il est important de reconnaître que de bonnes méthodes d'étude accroissent les chances de réussite.
- d) Un ou une élève qui obtient de bons résultats scolaires a un sens plus aigu de sa valeur personnelle.
- e) Les élèves qui ont certaines connaissances sur les maladies mentales éprouveront plus de sympathie pour les personnes atteintes de ces maladies et les accepteront donc comme membres à part entière de la société.

## 4. Incidences sociales

- a) Si l'on diagnostique et si l'on traite rapidement les troubles dont souffre une personne, celle-ci sera absente moins longtemps de l'école ou de son travail. De plus, les frais médicaux diminueront.
- b) Les personnes souffrant d'un trouble cérébral ou spinal et les malades mentaux peuvent jouer un rôle actif dans la société.
- c) Si les gens en savaient plus long sur les maladies mentales et les troubles physiques, les foyers de groupes en arriveraient à être mieux acceptés dans la collectivité.
- d) Les domaines de la santé et de l'enseignement ouvrent de nombreux débouchés professionnels aux personnes qui s'intéressent aux troubles de l'apprentissage, aux lésions spinales et cérébrales et aux maladies mentales.

## 5. Évaluation du rendement des élèves

Pour cette unité, au moins 50 pour 100 de la note cumulative des élèves doit se fonder sur les deux composantes suivantes :

- a) l'observation de différents comportements;
- b) les comptes rendus de laboratoire.

## 6. Mesures de sécurité à envisager

- a) On devrait laver ses mains après avoir disséqué des spécimens vivants ou conservés.
- b) On devrait aussi porter des gants et des lunettes de protection pendant les dissections.
- c) Pour de plus amples renseignements, les enseignants consulteront la section 9 de la 1<sup>re</sup> partie du programme-cadre.

## 7. Éléments complémentaires

Certains élèves pourraient :

- a) faire des recherches ou des expériences sur les réactions coordonnées d'autres invertébrés (la *planaire* qui évite la lumière, la *drosophile* et l'*euglène* qui sont attirées par la lumière, par exemple);
- b) faire des expériences sur les tropismes chez les plantes;
- c) faire des recherches à la bibliothèque sur les divers réflexes des nouveau-nés et sur leur valeur adaptative;
- d) prêter assistance à un aide-enseignant ou une aide-enseignante;

- e) faire des recherches à la bibliothèque sur les effets du stress sur l'organisme et le comportement;
- f) visionner des films ou des bandes magnétoscopiques illustrant le comportement d'individus dans des groupes nombreux.

## 8. Quelques méthodes d'enseignement

- a) Les enseignants devraient être attentifs aux élèves qui ont peut-être été directement en contact avec une personne présentant un trouble de la personnalité.
- b) Il existe d'excellents films sur le comportement animal.
- c) On peut inviter un représentant d'une section locale de la Société pour la santé mentale, une psychiatre ou un psychologue, des représentants des Alcooliques Anonymes, d'Al-Anon, d'Al-Ateen ou de la Fondation de recherche sur la toxicomanie à faire un exposé aux élèves.
- d) On peut démontrer le conditionnement de la manière suivante : l'enseignant ou l'enseignante se tient au fond de la classe, hors de la vue des élèves, auxquels il ou elle demande de noter le nombre de fois qu'il ou elle prononce un mot. L'enseignant ou l'enseignante fournit un indice auditif en même temps qu'il ou elle dit le mot (taper sur un bureau avec une règle, par exemple). Il ou elle fait cet exercice plusieurs fois, puis il ou elle frappe le bureau sans prononcer le mot. De nombreux élèves notent l'indice comme si un mot avait été prononcé.
- e) La relation qui existe entre la mémoire et les habitudes peut être démontrée de l'une ou l'autre des façons suivantes : demander aux élèves de nommer toutes les rues qu'ils empruntent ou tous les magasins devant lesquels ils passent pour se rendre à l'école; bander les yeux d'un ou une élève et lui demander d'expliquer à ses camarades comment faire un nœud.
- f) On peut faire la démonstration de la mémorisation d'une suite de mots dépourvue de sens en fournissant aux élèves les deux colonnes de mots suivantes :

Colonne A	Colonne B
il	il
ton	ne
de	faut
eau	pas
dire	dire
pas	fontaine
fontaine	je
ne	ne
je	boirai
pas	pas
faut	de
boirai	ton
ne	eau



On peut demander aux élèves d'apprendre par cœur chacune des deux listes dans un temps donné et comparer ensuite les résultats obtenus.

- g) L'apprentissage au milieu de distractions peut être démontré de la manière suivante : demander aux élèves d'apprendre quelque chose par cœur, des chiffres choisis au hasard, par exemple, dans un environnement calme. On peut noter la durée de l'exercice. Demander ensuite aux élèves de mémoriser la même quantité d'éléments (des chiffres différents), cette fois dans le bruit, et comparer les résultats.
- h) Les enseignants devraient montrer que de grandes quantités de données peuvent être compilées sous forme de tableaux, de graphiques ou de diagrammes.
- i) Dans ce cours, les élèves n'ont pas à apprendre par cœur les termes anatomiques et les fonctions des organes étudiés. Ils devront seulement nommer les principales parties du cerveau s'ils font une dissection.

## Unité facultative n° 7

# Unité élaborée à l'échelon local

*Durée : 6 ou 12 heures*

Cette unité doit être élaborée à l'échelon local, selon les besoins. Elle peut servir à présenter un domaine ou un sujet de la biologie que le programme-cadre n'aborde pas, ou d'ajouter de nouveaux objectifs aux unités, permettant ainsi de faire une étude plus approfondie d'une ou de plusieurs parties du cours. Comme l'ensemble des unités facultatives doit totaliser 24 heures, il faut donc fixer la durée de l'unité élaborée à l'échelon local en fonction de celles des autres unités facultatives choisies. Voici des exemples des domaines que l'on peut songer à aborder ou à approfondir :

- ▶ Le système endocrinien
- ▶ Les débouchés professionnels dans le domaine des sciences naturelles
- ▶ Les humains et les invertébrés
- ▶ La microbiologie
- ▶ Les relations écologiques
- ▶ La diversité des organismes vivants

Cette unité peut fournir aux élèves une excellente occasion de se lancer dans l'étude d'un sujet de la biologie qui les intéresse tout particulièrement; les enseignants doivent approuver le choix des élèves, puis surveiller et évaluer leur travail. Les élèves peuvent travailler individuellement ou en petit groupe. On devrait veiller à ce que le sujet choisi par les élèves ne recoupe pas la matière d'autres cours de sciences qu'ils seraient susceptibles de suivre. Pour entreprendre cette unité, les élèves devraient avoir acquis une certaine expérience des travaux en laboratoire et être au courant des mesures de sécurité à respecter. Si l'on songe à procéder à l'étude d'une série de courts sujets, on peut les intégrer au programme du cours de temps à autre pendant le semestre ou l'année.

Il est prévu que cette unité englobera des composantes semblables à celles des unités obligatoires, notamment les objectifs, les activités des élèves, les applications, les incidences sociales et les mesures de sécurité. Il faut joindre le plan de cours de l'unité au programme d'études de l'école et le conserver dans les dossiers afin que les élèves et les parents qui le désirent puissent le consulter.





.....

# Chimie appliquée, 11<sup>e</sup> année, niveau général (SCA3G)

## Unités obligatoires

L'analyse qualitative  
La structure de la matière  
Les propriétés des substances  
Les produits chimiques en action  
Les acides et les bases

*(78 heures)*

.....

## Unités facultatives

L'univers de la chimie du  
carbone  
La chimie des produits de  
consommation  
La métallurgie  
La chimie nucléaire  
Unité élaborée à l'échelon local

*(32 heures)*

## Unité obligatoire n° 1

## L'analyse qualitative

Durée : 16 heures

Une analyse qualitative consiste à trouver les différentes substances que recèle un échantillon. Le but de cette unité est de permettre aux élèves d'éprouver du plaisir dans la recherche d'éléments inconnus lors d'activités de laboratoire. L'analyse qualitative trouve une foule d'applications dans la société, par exemple, le contrôle des produits dans l'industrie, la mise au jour des polluants de l'environnement et, à la maison, les tests de pureté de l'eau. En procédant à des tests pour trouver des substances particulières, les élèves prennent conscience de l'utilité de l'analyse qualitative, ramification importante de la chimie analytique, et des répercussions de celle-ci sur la société.

Cette unité peut comporter les sujets suivants :

- La chimie analytique
- Les tests effectués pour trouver des cations
- Les tests effectués pour trouver des anions
- Les applications de l'analyse qualitative

## 1. Objectifs

**Attitudes.** Les élèves seront amenés :

- a) à comprendre que l'analyse qualitative est utile dans le contrôle de la qualité des aliments et des produits manufacturés (3a, 4a);
- b) à manifester de l'enthousiasme pour les travaux de recherche;
- c) à avoir confiance dans leur aptitude à analyser un problème jusqu'à ce qu'il soit résolu, à fournir des preuves pour appuyer les résultats obtenus et à faire part de leurs constatations;
- d) à faire preuve d'objectivité lorsqu'ils remettent en question les preuves et les conclusions d'un travail de recherche;

- e) à se préoccuper de la sécurité d'autrui lorsqu'ils effectuent des travaux en groupe.

**Aptitudes.** Les élèves auront la possibilité d'acquérir des aptitudes grâce auxquelles ils pourront :

- a) se servir correctement et prudemment des appareils et de l'équipement de laboratoire;
- b) résumer leurs observations sous forme de tableau et de diagramme (2a, 2b);
- c) établir la présence ou l'absence d'une substance dans un échantillon en suivant des directives écrites ou orales;
- d) observer et comparer les propriétés de diverses substances qui peuvent servir à séparer les composants d'un échantillon (2a, 2b);
- e) résoudre des problèmes par la méthode de la recherche;
- f) se servir des tableaux de solubilité afin de réaliser la séparation d'ions inconnus (2a, 2b, 2f);
- g) utiliser des diagrammes simples pour concevoir une expérience devant permettre de trouver des ions inconnus (2a, 2e, 2f).

**Connaissances.** Les élèves devraient pouvoir :

- a) décrire la structure d'un diagramme ou d'un tableau qui illustre le plan à suivre pour séparer des cations et des anions (2a, 2b, 2e, 2f);
- b) reconnaître les résultats positifs de tests effectués pour trouver plusieurs cations et anions communs (2a, 2b, 2e, 2f);
- c) interpréter des tableaux de solubilité afin de trouver les ions inconnus d'un échantillon donné (2e, 2f);
- d) à l'aide de tableaux de solubilité, dresser la liste de quelques substances qui précipitent facilement;
- e) faire la distinction entre l'observation et la déduction;
- f) donner des exemples où l'analyse qualitative est utile dans la société (de 3b à 3e, de 4b à 4e).

## 2. Activités des élèves

Les élèves doivent :

- \*a) analyser certaines substances pour y détecter divers cations en utilisant un plan de séparation et en effectuant les tests appropriés à la flamme (5a, 6b, 6d, 6e, 8f);
- \*b) effectuer des tests simples pour découvrir divers anions (ceux des sulfates, des nitrates, des carbonates et des halogénures, par exemple) (5a, 6b, 8f);
- \*c) rechercher des cations et des anions donnés dans deux produits chimiques d'usage domestique, comme le bicarbonate de soude, le sel de table, l'eau de javel, les détersifs et les engrais (5a, 6b, 6d, 8c);

\* Voir la sous-section intitulée « Activités des élèves », page 5.



- \*d) analyser quelques produits de consommation pour déterminer s'ils contiennent de la vitamine C ou des sucres réducteurs (5a, 6e, 8c);
- e) découvrir une substance inconnue dans une situation pratique simulée, comme en criminalistique; comparer, par exemple, des échantillons de terre contenant des sels métalliques contaminants (8c, 8e);
- f) analyser un échantillon d'une substance pour y détecter un contaminant possible comme l'iodure contenue dans le sel de table (8c, 8d).

### 3. Applications

- a) L'analyse qualitative joue un rôle important dans le contrôle de la qualité des aliments, des médicaments et des produits de beauté.
- b) L'analyse qualitative, ramification de la chimie analytique, sert à détecter des substances toxiques (en criminalistique, par exemple).
- c) Une analyse du sang et un examen des urines peuvent révéler la présence de drogues dans l'organisme.
- d) La chimie de l'environnement s'appuie sur des tests qualitatifs du sol et de l'eau pour trouver des polluants ou des contaminants.
- e) L'alcootest, qui est une forme d'analyse qualitative et quantitative, constitue un outil important pour faire respecter les lois.

### 4. Incidences sociales

- a) Si le gouvernement et le secteur industriel n'établissaient pas des normes de contrôle de la qualité et n'en vérifiaient pas l'application, la société pourrait être exposée à des produits d'un degré de pureté très variable.
- b) En procédant à des tests qualitatifs et quantitatifs pour réunir des preuves dans le cadre d'enquêtes policières, la criminalistique sert la cause de la justice.
- c) Le corps médical s'appuie sur les résultats des analyses de sang et les examens des urines pour établir un diagnostic.
- d) Les analyses visant à déceler la présence de drogues dans l'organisme des athlètes et des chevaux de course favorisent l'honnêteté dans les compétitions sportives.
- e) On teste régulièrement les eaux des zones de baignade pour s'assurer qu'elles sont exemptes de contaminants ou que leur teneur en polluants ne dépasse pas les limites acceptables.

## 5. Évaluation du rendement des élèves

Pour cette unité, au moins 50 pour 100 de la note cumulative des élèves doit se fonder sur les trois composantes suivantes :

- a) l'identification d'éléments inconnus (8e);
- b) la capacité d'effectuer un test au laboratoire, fondé sur au moins une activité (8e);
- c) les comptes rendus de laboratoire, évalués surtout en fonction de la précision et de la logique des déductions.

## 6. Mesures de sécurité à envisager

- a) Éviter d'utiliser des nitrates sous forme solide dans des échantillons inconnus si l'on doit ajouter directement de l'acide sulfurique concentré à l'un des échantillons; il pourrait en résulter une réaction violente. Certains engrais à base de nitrate sous forme solide peuvent exploser s'ils sont chauffés, manipulés brusquement ou ajoutés à des acides concentrés.
- b) Il faut noter que certaines réactions, celles produites par le mélange d'un agent de blanchiment avec un médium acide, par exemple, produisent un gaz chlorique dangereux. Une hotte anti-émanations doit être utilisée lors de ces activités.
- c) On devrait se servir d'un bain d'eau chaude pour les tests qui consistent à déterminer la présence de sucres réducteurs au moyen de la solution de Benedict. En raison du caractère corrosif de la solution de Fehling, il est préférable de faire appel à la solution de Benedict. On recommande de se servir de bandelettes-test de glucose pour déterminer la présence de sucres réducteurs.
- d) Éviter l'emploi de sulfure d'hydrogène pour voir s'il y a réaction.
- e) Les métaux lourds peuvent être dangereux si l'on s'en sert au cours des tests effectués à la flamme.
- f) Il vaut mieux que ce soit l'enseignant ou l'enseignante qui procède au test visant à déceler des contaminants (l'iodure dans le sel de table, par exemple).
- g) Pour de plus amples renseignements, les enseignants consulteront la section 9 de la 1<sup>re</sup> partie du programme-cadre.

## 7. Éléments complémentaires

Certains élèves pourraient :

- a) visiter un laboratoire de criminalistique ou un laboratoire industriel;
- b) recueillir des échantillons d'eau ou de neige à divers endroits et les analyser;

- c) inviter un ou une chimiste, qui effectue le contrôle de la qualité dans une entreprise locale, à expliquer à leurs camarades les applications de l'analyse qualitative dans le secteur industriel;
- d) étendre l'analyse qualitative d'un échantillon à plusieurs échantillons et procéder à une comparaison (la recherche de vitamine C dans plusieurs types de jus, par exemple).

## 8. Quelques méthodes d'enseignement

- a) S'assurer que les produits chimiques utilisés dans les échantillons pour l'analyse de cations et d'anions sont solubles dans l'eau.
- b) Cette unité devrait être centrée autour des activités au cours desquelles les élèves effectueront de nombreuses analyses pour déterminer les substances contenues dans divers échantillons.
- c) On peut concevoir toute une gamme de problèmes fictifs afin d'accroître l'intérêt de la classe et la pertinence des expériences. Ces problèmes devraient autant que possible se rapporter à des situations locales (la pollution d'une étendue d'eau de la région, par exemple).
- d) Il faudrait insister sur les méthodes à appliquer au laboratoire pour en arriver à des conclusions relativement précises, et non sur la simple mémorisation des réactions chimiques considérées.
- e) Lorsqu'on procède à l'évaluation du rendement des élèves, il est possible de combiner un test pratique (5b) et l'identification d'une inconnue (5a). Comme cette unité a un caractère très pratique et qu'elle est centrée autour des activités, l'évaluation du rendement des élèves devrait l'être également.
- f) Dans cette unité, les élèves devraient s'exercer aux techniques suivantes : filtration, décantation, transvasement, évaporation, utilisation de pipettes et détermination des points de fusion.
- g) Pour cette unité, on suggère de réduire à un strict minimum les concepts théoriques pour que les élèves accomplissent ce que l'on attend d'eux le mieux possible et qu'ils en tirent le meilleur parti. On peut leur présenter quelques notions de nomenclature qui refléteront le contenu des unités qui suivent. Il n'est pas dans l'esprit de ce cours de chimie appliquée de traiter longuement de théorie dès le début.

## Unité obligatoire n° 2

# La structure de la matière

*Durée : 16 heures*

Dans cette unité, les élèves observent les différences existant entre les propriétés de diverses substances et s'efforcent de les expliquer à l'aide d'un modèle scientifique. Une révision des tests effectués à la flamme et l'étude des spectres permet aux élèves d'aborder le concept de l'atome de Rutherford-Bohr. Ils se penchent ensuite sur les tendances que présentent les familles d'éléments d'après le tableau de classification périodique des éléments. On présente en même temps aux élèves la terminologie, les symboles et la nomenclature utilisés universellement en chimie.

Cette unité peut comporter les sujets suivants :

- Les particules élémentaires
- Le modèle Rutherford-Bohr
- Le tableau de classification périodique des éléments
- Les symboles

## 1. Objectifs

**Attitudes.** Les élèves seront amenés :

- a) à manifester de la curiosité à l'égard des similitudes existant entre les propriétés de certains éléments et de certaines substances (2b, 3e);
- b) à comprendre l'utilité des modèles scientifiques (2b, 2e, 3e, 5d);
- c) à manifester de la curiosité à l'égard des tendances que l'on note dans la classification des éléments (de 2b à 2e, 3e).



**Aptitudes.** Les élèves auront la possibilité d'acquérir des aptitudes grâce auxquelles ils pourront :

- a) interpréter des observations et relever des régularités à partir de données mettant en cause des réactions avec des éléments et des familles d'éléments représentatifs du tableau de classification périodique (2b, 2c);
- b) déduire des tendances à partir des réactions des membres d'une famille d'éléments (de 2b à 2e);
- c) comparer les propriétés physiques de divers éléments quant à leur conductivité électrique, leur conductivité thermique et leur point de fusion (de 2b à 2d);
- d) classer les éléments en métaux ou non-métaux à partir de certains tests qualitatifs et de réactions simples (2b, 2c);
- e) prédire les propriétés d'un élément en procédant à des analyses graphiques simples d'autres éléments de la même famille, selon le tableau de classification périodique des éléments (2e).

**Connaissances.** Les élèves devraient pouvoir :

- a) énoncer les caractéristiques du modèle atomique de Rutherford-Bohr (5d, 8e);
- b) indiquer le nom, le symbole et certaines caractéristiques des éléments 1 à 20, et à l'aide du tableau de classification périodique des éléments, tracer un diagramme de Rutherford-Bohr pour l'un d'entre eux (5d, 8c);
- c) définir les termes suivants : élément, composé, nombre atomique, nombre de masse, masse atomique, isotope et ion;
- d) citer les tests à la flamme que l'on effectue pour identifier des ions métalliques courants (2a);
- e) comparer les propriétés d'éléments appartenant à la même famille (de 2b à 2e);
- f) définir ce qu'est un «modèle» et une «théorie» et en donner des exemples (2e, 5d).

## 2. Activités des élèves

Les élèves doivent :

- \*a) réviser les tests à la flamme des ions métalliques courants et observer le spectre d'au moins un élément (6a, 8a, 8b);
- \*b) observer et produire des réactions simples révélant les tendances de comportement de certains éléments représentatifs des groupes I, II et VII (5d, 8d);
- c) classer divers éléments en catégories, comme les métaux et les non-métaux, et selon leurs propriétés physiques, notamment l'aspect, la conductivité électrique, la conductivité thermique, le point de fusion, le lustre et la dureté (6b, 8c);
- d) produire des réactions de combustion simples avec des métaux et des non-métaux, en observant l'effet de l'oxyde dissous dans l'eau sur un indicateur (6c, 6d, 8d);

- \*e) tracer des graphiques de tendances périodiques à partir de données portant sur des éléments chimiques, et s'appuyer sur ces graphiques pour prédire les propriétés des éléments et illustrer le concept de périodicité (5c).

## 3. Applications

- a) En métallurgie, les applications spectroscopiques permettent de détecter plus facilement des impuretés.
- b) On utilise les isotopes radioactifs des éléments notamment pour la datation au carbone, pour les diagnostics et les traitements médicaux et, dans l'industrie, pour le contrôle de la qualité des soudures.
- c) L'analyse spectrale de la lumière stellaire permet de déterminer les éléments dont se composent les étoiles.
- d) Les tubes à décharge peuvent servir à produire des images sur un écran, comme dans un oscilloscope ou un téléviseur.
- e) Les tendances observées dans la classification périodique ont permis aux scientifiques de déterminer les propriétés des éléments avant même leur découverte.

## 4. Incidences sociales

- a) Le tube à rayons cathodiques utilisé dans les téléviseurs et les ordinateurs a révolutionné le monde des communications.
- b) L'utilisation du tube à rayons cathodiques pour les écrans d'ordinateur a suscité une vive controverse au sujet de la nocivité ou de l'innocuité des radiations.
- c) Les matières radioactives, abstraction faite de leur utilité dans les traitements médicaux, représentent également un danger pour la santé.

## 5. Évaluation du rendement des élèves

Pour cette unité, au moins 50 pour 100 de la note cumulative des élèves doit se fonder sur les quatre composantes suivantes:

- a) les aptitudes démontrées pendant les travaux pratiques au laboratoire;
- b) les comptes rendus comportant les observations faites pendant les travaux pratiques et leur interprétation;
- c) les graphiques simples réalisés au cours de l'activité 2e et l'interprétation des données fournies par ces graphiques;
- d) la compréhension du modèle scientifique, de la théorie et du système de classification.

\* Voir la sous-section intitulée «Activités des élèves», page 5.

## 6. Mesures de sécurité à envisager

- a) Utiliser un écran protecteur et limiter au minimum la période d'exposition lorsque les travaux comportent l'utilisation de tubes à décharge. Vérifier les spécifications de rayonnement des tubes avant de s'en servir.
- b) La différence de potentiel pour la catégorisation de la conductivité électrique ne devrait pas dépasser 12 V. On devrait se servir d'une petite pile sèche comme source d'énergie.
- c) Lorsqu'on fait brûler du magnésium, les élèves devraient regarder l'expérience à travers un verre bleu.
- d) Les produits de la combustion du soufre et du phosphore sont dangereux.
- e) Pour de plus amples renseignements, les enseignants consulteront la section 9 de la 1<sup>re</sup> partie du programme-cadre.

## 7. Éléments complémentaires

Certains élèves pourraient :

- a) étudier la relation entre la radioactivité et la stabilité nucléaire;
- b) mettre sur pied une série d'expériences à partir des tendances que présente l'activité de certains éléments;
- c) observer le fonctionnement d'un tube à décharge et interpréter leurs observations.

## 8. Quelques méthodes d'enseignement

- a) Les spectroscopes ou les réseaux de diffraction à main sont peu coûteux et peuvent servir à observer les spectres des éléments.
- b) Les élèves peuvent fabriquer une bûche artificielle en utilisant des solutions de sels de divers métaux. Ne pas employer de sels de nitrate.
- c) Exposer dans la classe autant d'éléments que possible lorsque les élèves classifient des éléments, en apprennent le nom et le symbole et représentent les vingt premiers sous forme de diagrammes.
- d) S'appuyer sur les activités 2b et 2d pour présenter les concepts de l'unité obligatoire n° 5 intitulée «Les acides et les bases» et l'unité facultative n° 3 intitulée «La métallurgie».
- e) Les expériences de simulation nécessitant l'utilisation d'objets macroscopiques permettent à l'élève de bien comprendre les résultats de l'expérience de la feuille d'or de Rutherford.
- f) Dans le cadre de cette unité, il serait particulièrement opportun de projeter des films sur la structure de l'atome.

### Unité obligatoire n° 3

# Les propriétés des substances

Durée : 17 heures

La structure et les propriétés de la matière sont déterminées par la structure atomique et moléculaire de ses éléments. Si les élèves connaissent la structure des substances, ils pourront mieux comprendre pourquoi les matériaux réagissent de telle ou telle façon dans la vie quotidienne. Ils seront aussi en mesure de commencer à saisir les processus chimiques fondamentaux employés dans l'industrie manufacturière et ceux que l'on observe chez les organismes vivants.

Cette unité peut comporter les sujets suivants :

- Les caractéristiques physiques
- Les liaisons ioniques
- Les liaisons covalentes

## 1. Objectifs

**Attitudes.** Les élèves seront amenés :

- a) à comprendre la relation qui existe entre les propriétés des substances et leurs applications pratiques (3, 4b);
- b) à s'intéresser à la façon dont la structure de la matière influe sur le comportement physique et chimique de celle-ci;
- c) à se préoccuper des répercussions des produits chimiques sur l'environnement (4a, 4c).

**Aptitudes.** Les élèves auront la possibilité d'acquérir des aptitudes grâce auxquelles ils pourront :

- a) déterminer le point de fusion d'un solide et s'y référer pour détecter diverses substances (2c);
- b) déterminer le champ du point de fusion d'un solide et s'appuyer sur cette donnée pour tirer des conclusions sur la pureté du solide (2c);



- c) écrire des formules simples d'ions à l'aide du tableau de classification périodique des éléments ou d'un tableau des ions (de 2e à 2g, 5c);
- d) séparer des mélanges et purifier des substances (2b);
- e) trouver une substance ou les éléments d'un mélange à l'aide de la chromatographie (2h).

**Connaissances.** Les élèves devraient pouvoir :

- a) décrire les propriétés physiques qui caractérisent les substances ioniques et les substances moléculaires;
- b) prédire, à l'aide du tableau de classification périodique des éléments, le type de liaison qui se produirait entre des éléments s'ils réagissaient pour former un composé (2c, 2f, 5c);
- c) déterminer la pureté et la nature probable d'une substance à partir de données sur le point de fusion ou de résultats chromatographiques (2b, 2h);
- d) donner des exemples de cas où, dans la vie quotidienne, des substances sont utilisées pour abaisser le point de fusion d'autres substances (2c, 2i);
- e) décrire quelques méthodes permettant de séparer un mélange en composants «purs» (2b, 2g, 2h);
- f) connaître les ions polyatomiques les plus courants, comme l'hydroxyde, le nitrate, l'acétate, l'ammonium, le permanganate, le sulfate, le carbonate et le phosphate, et les utiliser dans des formules (de 2c à 2f, 5c);
- g) écrire la formule de quelques composés binaires et ternaires simples (de 2c à 2f).

## 2. Activités des élèves

Les élèves doivent :

- a) faire des recherches sur les caractéristiques physiques des composés ioniques et covalents, notamment leur solubilité dans l'eau et dans d'autres solvants, la conductivité électrique de leurs solutions, leur comportement lors du clivage et de la fusion (6g, 8a);
- \*b) effectuer la séparation d'un mélange pour en obtenir les composants «purs» (6a);
- \*c) (i) effectuer la détermination quantitative du point de fusion d'une substance moléculaire pure et d'un mélange; (ii) utiliser le point de fusion de certains mélanges pour déterminer la nature de l'une des substances qui les constituent (6b, 8f);
- d) réaliser une expérience visant à montrer la différence de comportement chimique entre des ions d'un même élément mais de charge différente (8c, 8d);
- e) (i) préparer un composé covalent comme du bioxyde de carbone ou de l'acétylène; (ii) construire des modèles moléculaires de composés covalents simples (6f);

- f) provoquer une réaction chimique qui produira un composé ionique binaire à partir de ses éléments (de l'oxyde de magnésium, par exemple) (6c, 8b);
- g) effectuer une expérience visant à illustrer la réaction qui se produit entre un oxyacide commun et un métal pour former un sel ternaire;
- \*h) utiliser la chromatographie sur papier pour séparer un mélange d'ions, d'encre ou de colorants;
- i) étudier l'abaissement du point de congélation que l'on obtient en ajoutant à de l'eau une quantité donnée (i) d'un composé ionique comme le sel, (ii) d'un composé covalent comme le sucre.

## 3. Applications

- a) On utilise des substances ioniques dans les accumulateurs électrochimiques, lors de la galvanoplastie et de l'électroformage.
- b) Le point de fusion d'une matière organique sert souvent à déterminer la nature de cette matière. Sa netteté permet aussi d'établir d'une façon rapide, simple et peu coûteuse la pureté de nombreuses substances entrant dans la fabrication des aliments, des produits de beauté et des détergents.
- c) L'abaissement du point de fusion d'une substance par l'ajout d'une autre substance explique que l'on utilise du sel pour faire fondre la glace et que l'on ajoute des produits chimiques à certaines matières premières industrielles pour qu'elles se liquéfient à la température ambiante.
- d) La séparation de mélanges par chromatographie en phase liquide s'effectue grâce à la solubilité sélective de certaines substances dans certains solvants. La chromatographie est couramment utilisée en criminalistique, en recherche analytique et dans les micro-préparations de produits chimiques.

## 4. Incidences sociales

- a) Les déversements de produits chimiques et l'élimination inadéquate des déchets chimiques constituent parfois de graves dangers pour l'environnement et la santé. Citons entre autres les précipitations acides, les difficultés d'élimination des PBC et la contamination des Grands lacs par la dioxine.
- b) La couleur de nombreuses pierres précieuses est attribuable en partie à la présence d'ions métalliques. Les scientifiques ont découvert que l'on peut modifier la couleur des pierres précieuses de qualité inférieure par le bombardement atomique. On a pu, de cette manière, faire passer pour des pierres naturelles des pierres qui ne l'étaient pas et qui, dans certains cas, se sont révélées radioactives.

- c) Le sel répandu en hiver sur les routes nous permet de conduire en dépit du gel; or, il cause de graves dommages aux voitures, à la végétation qui pousse le long des routes, aux cours d'eau et aux lacs, et aux routes elles-mêmes.
- d) L'appellation courante et la marque de commerce des produits chimiques ne donnent pas d'indication sur leur composition. Un même produit peut se vendre sous diverses marques de commerce et à des prix variables.

## 5. Évaluation du rendement des élèves

Pour cette unité, au moins 50 pour 100 de la note cumulative des élèves doit se fonder sur les trois composantes suivantes :

- a) les aptitudes et la précision dans l'obtention de données expérimentales (les points de fusion, par exemple);
- b) les comptes rendus de laboratoire et les travaux en classe;
- c) l'aptitude à écrire des formules ioniques à l'aide du tableau de classification périodique des éléments.

## 6. Mesures de sécurité à envisager

- a) Pour le clivage des cristaux, les élèves pourront se servir d'un rasoir à lame unique ou d'un bistouri vendu dans le commerce.
- b) L'évaporation ou le chauffage de solvants inflammables devrait se faire dans un bain-marie sur une plaque chauffante homologuée par l'ACNOR et, de préférence, sous une hotte. Il faudrait tenir les solvants inflammables loin des flammes non protégées et des étincelles.
- c) On ne devrait pas utiliser un thermomètre pour remuer une substance. Employer plutôt une spatule de métal, un abaisse-langue en bois, une tige de verre ou un fouet. On devrait aussi éviter de se servir de thermomètres à mercure.
- d) Avertir les élèves qu'il est dangereux de regarder directement la flamme que produit du magnésium en combustion.
- e) Les émanations de naphthalène et de per-dichlorobenzène sont nocives.
- f) Le carbure de calcium doit être entreposé dans un endroit au sec, étant donné qu'il est très réactif à l'eau. L'acétylène doit être recueilli dans des éprouvettes, et non dans des bocal.
- g) Pour de plus amples renseignements, les enseignants consulteront la section 9 de la 1<sup>re</sup> partie du programme-cadre.

## 7. Éléments complémentaires

Certains élèves pourraient :

- a) appliquer un procédé de sérigraphie et en expliquer le processus;
- b) étudier l'abaissement du point de congélation des mélanges utilisés comme antigels;
- c) préparer et purifier une substance organique qui n'a pas été préparée dans le cadre de cette unité, et en déterminer les caractéristiques quantitatives;
- d) construire des modèles de molécules organiques afin d'illustrer des substances organiques de type courant;
- e) utiliser la chromatographie sur papier ou en colonne pour séparer les composantes d'un produit de consommation.

## 8. Quelques méthodes d'enseignement

- a) Le sel gemme convient bien à la démonstration du clivage des cristaux ioniques. Des produits chimiques comme le sel et le sucre peuvent servir à réaliser l'expérience sur les propriétés physiques (activité 2a).
- b) En traitant de la formation des ions, on pourra mentionner la stabilité de la structure électronique du gaz rare le plus rapproché afin d'expliquer le nombre d'électrons qu'un élément capture ou perd lorsqu'il entre en réaction. Ne pas utiliser les éléments de transition.
- c) Le fer (II) et le fer (III) ainsi que l'étain (II) et l'étain (IV) peuvent servir d'exemples pour montrer les différences de comportement chimique entre divers ions d'un même élément.
- d) On n'exigera pas des élèves qu'ils effectuent des calculs molaires élaborés. On leur apprendra comment appliquer les masses molaires en grammes indiquées dans le tableau de classification périodique des éléments aux formules qu'ils ont déjà écrites pour calculer la masse d'une mole.
- e) Fournir aux élèves des tableaux d'ions plutôt que de leur demander de les apprendre par cœur en prévision des examens.
- f) On peut utiliser la méthode des températures de fusion des mélanges pour déterminer la nature d'une substance inconnue; pour ce faire, on mélange cette substance inconnue avec un échantillon de la substance que l'on croit avoir entre les mains, c'est-à-dire la substance témoin. S'il s'agit bien de la même substance, le point de fusion du mélange sera identique à celui de la substance témoin.
- g) Chaque fois que ce sera possible, les enseignants feront un lien entre ce qui se produit au cours des réactions et le tableau de classification périodique des éléments.



## Unité obligatoire n° 4

# Les produits chimiques en action

Durée : 13 heures

De façon générale, la chimie traite des interactions entre des produits chimiques mis en contact l'un avec l'autre, c'est-à-dire des réactions chimiques. On peut distinguer quatre catégories de réactions, qui ont toutes des applications industrielles ou domestiques. En choisissant des exemples concrets pour chaque catégorie de réaction, les enseignants permettront aux élèves de découvrir non seulement une méthode de classification des réactions, mais aussi de comprendre l'utilité de chaque catégorie de réaction. À l'aide des formules d'équations simples, les élèves devraient apprendre à équilibrer les équations, élément fondamental du langage des chimistes. Par le biais des travaux pratiques, les élèves seront exposés à toute une gamme de méthodes utilisées en chimie et, de ce fait, pourront accroître leur aptitude à la manipulation de produits chimiques, de même que leurs connaissances sur le sujet.

Cette unité peut comporter les sujets suivants :

- La synthèse
- La décomposition
- Le déplacement simple
- Le déplacement double
- Les équations chimiques

## 1. Objectifs

**Attitudes.** Les élèves seront amenés :

- a) à prendre conscience que, dans la vie courante, les réactions chimiques jouent un rôle dans de nombreuses circonstances (3a, 3b, 4a, 4b);
- b) à s'intéresser aux schémas de classification en tant que moyen de présenter des données;
- c) à faire preuve d'esprit critique face au nombre croissant de réactions chimiques utilisées dans la fabrication de nouveaux produits de consommation et envers leurs répercussions sur l'environnement (de 4a à 4c).

**Aptitudes.** Les élèves auront la possibilité d'acquérir des aptitudes grâce auxquelles ils pourront :

- a) recueillir et traiter des données, interpréter des observations et percevoir des régularités à partir de données sur des réactions;
- b) se servir des produits chimiques et du matériel avec précaution lors de la production de divers types de réactions;
- c) transvaser, filtrer et pipeter des substances;
- d) faire précipiter et recristalliser un produit (2g, 5a);
- e) rédiger et équilibrer des équations chimiques simples mettant en cause des réactions étudiées dans d'autres unités et dans celle-ci (5b).

**Connaissances.** Les élèves devraient pouvoir :

- a) décrire la loi de conservation de la masse telle qu'elle s'applique aux réactions chimiques (2a);
- b) définir chacun des quatre types de réactions chimiques observées et en donner un exemple (de 2b à 2e);
- c) définir ou employer les termes suivants : précipiter, filtrer, filtrat, résidu, décanter, transvaser, pipette, recristallisation, évaporation, synthèse, décomposition, réaction de déplacement simple et réaction de déplacement double;
- d) utiliser correctement les termes et symboles chimiques (8c);
- e) définir la réaction endothermique et la réaction exothermique et en donner un exemple (2f).

## 2. Activités des élèves

Les élèves doivent :

- a) réaliser une expérience visant à illustrer la loi de conservation de la masse (8a, 8b);
- \*b) produire une réaction de synthèse, par exemple, la formation d'oxyde de magnésium (6c, 8a, 8b);

\*Voir la sous-section intitulée «Activités des élèves», page 5.

- c) produire une réaction de décomposition, par exemple, la décomposition du carbonate de calcium (6a);
- d) produire une réaction de déplacement simple, par exemple, le déplacement par le zinc de l'ion cuivre (II) à partir du sulfate de cuivre (II) ou de l'oxyde de cuivre (II);
- \*e) produire une réaction de déplacement double, par exemple, une réaction de précipitation de nitrate d'argent avec une impureté contenue dans l'eau du robinet;
- \*f) réaliser une expérience pour illustrer les processus endothermique et exothermique;
- \*g) réaliser une expérience où il y a précipitation, recristallisation et filtration.

### 3. Applications

- a) La production de matières synthétiques est le résultat de synthèses d'addition ou de condensation donnant des polymères (polypropylène, polyester, nylon).
- b) La préparation industrielle des métaux repose sur l'un des deux types de réaction suivante : (i) une réaction de décomposition comme l'électrolyse, ou (ii) une réaction de déplacement simple comme la réduction de minerai par grillage.
- c) La production d'éléments en laboratoire résulte souvent d'une réaction de déplacement simple (la production de l'hydrogène par la réaction du zinc avec l'acide chlorhydrique, par exemple).
- d) Les équations constituent le langage utilisé par les chimistes pour communiquer les résultats des réactions. On peut se servir des équations pour présenter un grand nombre de réactions industrielles ou domestiques (fermentation, production de précipitations acides, oxydation).

### 4. Incidences sociales

- a) De nombreuses réactions chimiques donnent des produits utiles comme l'acide acétylsalicylique. Certaines ont toutefois des conséquences nuisibles comme la rouille.
- b) Si certaines réactions chimiques industrielles (le grillage de minerais sulfureux, par exemple) produisent des substances utiles à la société, elles polluent aussi l'environnement.
- c) Certains polluants atmosphériques sont le résultat de réactions de synthèse produites par les véhicules automobiles.
- d) Les appellations courantes ou domestiques des produits chimiques ne révèlent pas leur composition chimique. Le même produit chimique peut être vendu sous diverses marques de commerce et à des prix variables.

## 5. Évaluation du rendement des élèves

Pour cette unité, au moins 50 pour 100 de la note cumulative des élèves doit se fonder sur les trois composantes suivantes :

- a) la capacité d'effectuer au laboratoire une expérience comportant l'application d'un procédé de filtration, de précipitation ou de recristallisation;
- b) la capacité d'équilibrer des équations chimiques pour les réactions traitées dans le cadre de cette unité et des unités précédentes;
- c) la collecte et l'interprétation de données dans les comptes rendus de laboratoire.

## 6. Mesures de sécurité à envisager

- a) Lors de la synthèse de l'oxyde de magnésium, les élèves ne doivent pas regarder directement le magnésium en combustion. Ils doivent le regarder à travers un verre bleu.
- b) Étant donné que le carbonate de cuivre (II) est un poison, on recommande l'utilisation du carbonate de calcium comme produit de rechange.
- c) Pour de plus amples renseignements, les enseignants consulteront la section 9 de la 1<sup>re</sup> partie du programme-cadre.

## 7. Éléments complémentaires

Certains élèves pourraient :

- a) produire plusieurs réactions de synthèse simples et écrire les équations de ces réactions (la combustion d'éléments, par exemple);
- b) produire une réaction de synthèse organique comme la polymérisation par addition ou condensation;
- c) visiter une fonderie pour observer l'extraction du minerai par le procédé de fusion;
- d) déterminer le pourcentage de produit obtenu lors d'une réaction de précipitation;
- e) effectuer des calculs quantitatifs simples à l'aide d'équations chimiques équilibrées.

\*Voir la sous-section intitulée «Activités des élèves», page 5.



## 8. Quelques méthodes d'enseignement

- Pendant toute cette unité, les élèves doivent participer activement aux expériences et produire leurs propres réactions chimiques. Les enseignants doivent assurer un roulement à l'intérieur de chaque groupe pour que chaque élève fasse des expériences et consigne ses observations par écrit.
- Employer, à titre d'exemple, des réactions simples s'appliquant à la vie domestique, aux passe-temps ou au secteur industriel. Les élèves devraient tenter de catégoriser ces réactions d'après la similitude des modèles de corps participant à la réaction et de produits.
- On peut trouver des exemples de réactions dans les unités précédentes pour permettre aux élèves de s'exercer à équilibrer des équations. Règle générale, les équations doivent illustrer les réactions étudiées pendant le cours.
- Lorsqu'elles s'appliquent à la matière enseignée, les méthodes suivantes devraient être intégrées à cette unité : filtration, décantation, transvasement, évaporation, pipetage et détermination du point de fusion. À cette fin, on peut grouper l'activité 2g avec d'autres activités.

## Unité obligatoire n° 5

# Les acides et les bases

*Durée : 16 heures*

Cette unité a pour but de donner aux élèves des connaissances suffisantes sur le pH de façon qu'ils puissent comprendre le rôle des acides et des bases dans les produits de consommation tels les produits de nettoyage et de toilette, les aliments, les ingrédients de boulangerie, les médicaments et les confiseries.

Cette unité peut comporter les sujets suivants :

- ▶ Les produits de consommation
- ▶ L'échelle du pH
- ▶ Les propriétés des acides et des bases
- ▶ Les indicateurs domestiques
- ▶ L'oxygène, les acides et les bases
- ▶ Les réactions acide-base
- ▶ Le titrage

## 1. Objectifs

**Attitudes.** Les élèves seront amenés :

- à se préoccuper des répercussions des précipitations acides sur l'environnement (4b);
- à s'intéresser au rôle important que les substances acides et basiques jouent dans la vie courante et dans le secteur secondaire de l'économie (3, 4);
- à prendre conscience des dangers inhérents aux acides et aux bases, ainsi que des précautions à prendre pour les manipuler (6);
- à s'engager à observer les mesures de sécurité qui figurent sur les contenants de produits chimiques ou de produits de consommation (2a, 2b, 2d).

**Aptitudes.** Les élèves auront la possibilité d'acquérir des aptitudes grâce auxquelles ils pourront :

- a) manipuler avec prudence les acides et les bases ainsi que d'autres produits chimiques (2, 6);
- b) préparer, recueillir, tester et nommer des substances acides, basiques et neutres;
- c) utiliser des appareils gravimétriques et volumétriques comme le pH-mètre (5c);
- d) réaliser un titrage et d'autres expériences quantitatives sur les acides et les bases (de 2a à 2d, 2h);
- e) préparer et diluer de façon précise des solutions volumétriques (2a).

**Connaissances.** Les élèves devraient pouvoir :

- a) décrire certaines propriétés des acides et des bases, et préciser de quelle façon on peut préparer des acides et des bases et détecter leur présence expérimentalement;
- b) indiquer les précautions à prendre lorsqu'on manipule des acides, des bases et d'autres produits chimiques participant à des réactions acides ou basiques;
- c) décrire le rôle des indicateurs dans la chimie des acides et des bases et donner quelques exemples (2a, de 2c à 2f);
- d) décrire l'échelle du pH et associer des valeurs numériques aux termes *acide*, *basique* et *neutre* (2a, 2g);
- e) décrire l'importance que revêt le pH dans un certain nombre de produits domestiques et de consommation (2a, 2d, 2e, 2h);
- f) écrire le nom et la formule chimique d'acides et de bases connus (de 2a à 2c, 2e, 2f);
- g) définir la *neutralisation* et en donner quelques exemples simples (de 2c à 2e);
- h) écrire les équations sémantiques et les équations chimiques équilibrées des réactions étudiées dans cette unité (2b, 2c, 2e, 2f, 5d).

## 2. Activités des élèves

Les élèves doivent :

- \*a) (i) tester un certain nombre de produits de consommation avec trois indicateurs, afin de déterminer s'il s'agit de substances acides, basiques ou neutres; (ii) effectuer une série de dilutions d'un acide fort et d'une base forte à l'aide de pipettes et utiliser ces dilutions et un indicateur universel pour établir le lien entre la couleur, d'une part, et la concentration et le pH approximatif d'un acide ou d'une base, d'autre part (6a, 6b, 8a, 8b);
- \*b) (i) déterminer certaines des propriétés des acides et des bases à l'aide de substances acides et basiques utilisées en laboratoire ou de produits domestiques (de consommation) acides et basiques; (ii) tester un des sous-produits gazeux de ces réactions

afin d'établir des essais chimiques pour le bioxyde de carbone, l'ammoniaque et l'hydrogène (5b, 8c);

- \*c) (i) faire réagir un acide fort et une base forte types pour obtenir un sel et de l'eau; (ii) effectuer un titrage quantitatif d'un acide fort et d'une base forte (5a, 8f);
- d) effectuer un titrage quantitatif acide-base sur un produit de consommation, par exemple, le vinaigre, les comprimés anti-acides, le lait, les produits pour nettoyer les carreaux ou l'ammoniaque domestique (5a, 8f);
- e) vérifier l'effet des acides et des bases sur (i) différents indicateurs domestiques colorés, (ii) la couleur et la texture des légumes verts durant la cuisson (5b);
- f) (i) préparer de l'oxygène; (ii) faire brûler des métaux et des non-métaux dans l'oxygène; (iii) ajouter de l'eau aux oxydes produits et tester la solution aqueuse à l'aide d'un indicateur universel (de 6c à 6e, 6j, 8e, 8i);
- g) utiliser le pH-mètre pour mesurer le pH de divers produits de consommation comme les shampooings, les jus de fruits, les produits laitiers et les boissons gazeuses (8h);
- h) effectuer le titrage de différents antiacides (5a, 8d, 8f).

## 3. Applications

- a) Si elle est correcte, l'acidité des produits alimentaires limite la croissance bactérienne.
- b) Comme les solutions fortement basiques détruisent les fibres protéiques comme les cheveux, la laine et la soie, le pH des produits servant à laver ces fibres ne doit pas être trop élevé. Les fabricants de shampooings, de revitalisants pour cheveux et de produits pour nettoyer les tissus délicats en tiennent compte.
- c) On s'appuie sur la réaction des sels ou des substances acides avec des carbonates ou des bicarbonates pour produire le bioxyde de carbone, qui fait lever pains et gâteaux.
- d) Le pH de l'eau des piscines doit être surveillé de près, car il varie selon la quantité de produits chimiques provenant de l'environnement. De plus, dans une piscine au revêtement en imitation de marbre ou en béton, un pH bas entraîne la désintégration des parois.
- e) Les produits chimiques dégraissants comme ceux que l'on utilise pour nettoyer les fours et les carreaux et pour déboucher les tuyaux sont généralement très basiques.

## 4. Incidences sociales

- a) Pour être technicien ou technologue dans un laboratoire de contrôle de la qualité ou d'assurance de la qualité par analyse, il faut connaître la chimie des acides et des bases, les techniques de dilution et de titrage et savoir se servir d'un pH-mètre de façon précise.



- b) Les précipitations acides sont attribuables aux oxydes non métalliques que produit notre société industrielle, grande consommatrice d'énergie. Nous savons qu'elles endommagent les matériaux de construction et les œuvres d'art et qu'elles sont nuisibles pour l'environnement en général. Des dommages permanents peuvent sérieusement nuire à tous les êtres qui vivent dans cet environnement.
- c) Le «pH» des shampooings, les «tampons» des produits à base d'acide acétylsalicylique et la «puissance de neutralisation» des comprimés antiacides constituent quelques exemples des termes scientifiques utilisés en publicité. Des lois réglementent les affirmations des annonceurs.
- d) Il est possible de neutraliser les déversements acides avec des substances basiques, ou vice versa, mais il faut bien choisir l'acide ou la base à utiliser. La façon de résoudre un problème d'origine chimique (trouble cutané, détérioration de l'environnement) doit être sélectionnée soigneusement, car le remède peut être pire que le mal.
- e) Tous les êtres vivants sont sensibles aux acides et aux bases. C'est pourquoi les industries surveillent de près le pH de leurs produits. Ce contrôle est particulièrement important dans les entreprises qui fabriquent des produits alimentaires, pharmaceutiques, cosmétiques et de toilette, puisqu'un grand nombre de ces produits d'usage externe ou interne sont destinés aux êtres humains ou à d'autres organismes vivants.

## 5. Évaluation du rendement des élèves

Pour cette unité, au moins 50 pour 100 de la note cumulative des élèves doit se fonder sur les quatre composantes suivantes :

- a) la capacité de réaliser une expérience de titrage (la technique, la précision et l'enregistrement des données ont une importance primordiale);
- b) les observations notées sur les propriétés des acides et des bases;
- c) l'utilisation d'appareils gravimétriques et volumétriques;
- d) la capacité d'équilibrer des équations chimiques simples.

## 6. Mesures de sécurité à envisager

- a) Lorsqu'ils testent des produits de consommation, les élèves ne devraient pas mélanger ces produits les uns avec les autres sans qu'on leur ait indiqué clairement comment le faire.
- b) Lorsqu'on ajoute de l'eau à une poudre servant à déboucher les tuyaux de renvoi, une très grande quantité de chaleur se dégage. Il faudrait alors faire preuve de prudence, car le gaz produit est généralement de l'hydrogène.

- c) Avertir les élèves qu'ils ne doivent pas regarder directement la lumière émise par du magnésium en combustion, mais qu'ils devraient observer l'expérience à travers du verre bleu.
- d) Si l'on fait brûler du sodium dans le cadre de l'activité 2f, c'est l'enseignant ou l'enseignante qui devrait faire la démonstration de l'expérience. La combustion du soufre et du phosphore devrait s'effectuer sous une hotte.
- e) On recommande d'utiliser, à la place du chlorite de potassium, du peroxyde d'hydrogène (de 3 à 6 pour 100) et du bioxyde de manganèse (pyrolusite).
- f) Pour de plus amples renseignements, les enseignants consulteront la section 9 de la 1<sup>re</sup> partie du programme-cadre.

## 7. Éléments complémentaires

Certains élèves pourraient :

- a) concevoir un test pour déterminer l'efficacité d'un produit pour nettoyer les carreaux, puis comparer ce dernier avec au moins deux autres produits de consommation analogues;
- b) utiliser une substance acide, comme l'acide nitrique ou le chlorure ferrique, pour graver un motif ou un circuit sur du cuivre;
- c) étudier le lien qui existe entre le pH et la couleur du cacao, d'une boisson au chocolat ou d'un gâteau au chocolat;
- d) vérifier l'effet de l'acide sulfureux ou de l'acide sulfurique sur des imitations de matériaux de construction (usage extérieur) ou sur les matériaux utilisés pour les œuvres d'art exposées en plein air (le marbre, le bronze et la céramique, par exemple);
- e) comparer la capacité de levage (de production d'un gaz) de différents types de sels acides lorsqu'ils entrent en réaction avec du bicarbonate de soude, à la température ambiante et à des températures supérieures;
- f) analyser l'effet de l'ajout de petites quantités d'acide et de base sur le pH d'une solution tamponnée et d'une solution non tamponnée (8g).

## 8. Quelques méthodes d'enseignement

- a) Dans l'activité 2a (expérience sur un produit de consommation), utiliser de l'eau distillée et des solutions diluées d'une base et d'un acide forts et représentatifs, ainsi qu'un indicateur, pour déterminer la couleur des états acide, basique et neutre. Employer un indicateur universel, du papier pH à large plage, de la phénolphthaléine et du bleu de bromothymol comme indicateurs. On peut également utiliser une poudre servant à déboucher les tuyaux de renvoi comme exemple de substance

## Unité facultative n° 1

# L'univers de la chimie du carbone

*Durée : 16 heures*

- basique, car ce produit se rapporte à la réaction de l'aluminium et de l'hydroxyde de sodium. On peut également se servir d'un savon pour illustrer les substances basiques.
- Pour l'expérience sur la dilution, activité 2a (ii), on peut utiliser un indicateur universel avec les dilutions pour montrer le rapport entre la concentration acide ou basique, les couleurs de l'indicateur et l'échelle du pH.
  - Pour les réactions acides et basiques types, on peut utiliser des cristaux de soude (carbonate de sodium) et du bicarbonate de soude (bicarbonate de sodium) au lieu de produits chimiques de laboratoire.
  - Si l'on ne dispose d'aucun appareil volumétrique, on peut réaliser des titrages satisfaisants à l'aide d'un compte-gouttes.
  - Les éléments que l'on peut faire brûler sont les suivants : sodium, magnésium, carbone, phosphore et soufre. Les mesures de sécurité sont énoncées au point 6d. S'assurer que les élèves n'utilisent que d'infimes quantités d'éléments comme le phosphore et le soufre et qu'ils se servent de la hotte. C'est l'indicateur universel qui donne les meilleurs résultats lorsqu'on teste les solutions aqueuses des produits de combustion.
  - Lorsqu'on procède au titrage avec des comprimés antiacides, on peut procéder à un titrage en retour en se servant de phénolphthaléine comme indicateur. Lors du titrage de produits à base d'ammoniac, on peut avoir recours au vert de bromocrésol, au rouge de méthyle ou à la phénolphthaléine comme indicateurs.
  - Lors des expériences relatives aux effets des acides et des bases sur des tampons (élément complémentaire 7f), on peut comparer une solution-tampon dont le pH est égal à 7 et de l'eau distillée récemment amenée à ébullition. Ajouter de faibles quantités d'acide ou de base afin de ne pas détruire le système tampon. Si l'on décide d'avoir recours à des tampons, on ne doit pas les traiter quantitativement.
  - En appliquant le pH-mètre à un shampoing, on peut utiliser un shampoing pur et une solution à 1 pour 100, de même que des dilutions à 1 pour 100 de produits solides. Les liquides non dilués comme le lait, le babeurre, le yogourt, la crème glacée fondue, les boissons gazeuses et les jus de fruits conviennent également.
  - L'activité 2f peut être considérée comme une révision et un élément complémentaire de l'activité 2d de l'unité obligatoire n° 2.

Ce sujet peut servir d'introduction à la chimie organique de base. L'univers de la chimie du carbone, ou chimie organique, est d'une ampleur, d'une portée et d'une diversité considérables. Il comprend de nombreux composés qui proviennent d'organismes vivants ou morts ainsi que de toute une gamme de sources inertes. La pétrochimie (le pétrole est l'une des principales ressources du Canada) témoigne de l'importance de ce type de chimie.

Cette unité peut comporter les sujets suivants :

- Les hydrocarbures
- Le craquage et le reformage
- La saturation et la non-saturation
- La distillation
- La pollution

## 1. Objectifs

**Attitudes.** Les élèves seront amenés :

- à s'intéresser à la portée de la chimie du carbone et à l'incidence qu'elle a sur notre mode de vie (3, 4);
- à s'intéresser aux divers composés du carbone présents dans le pétrole (2a).

**Aptitudes.** Les élèves auront la possibilité d'acquérir des aptitudes grâce auxquelles ils pourront :

- mesurer la température des diverses fractions de la distillation du pétrole brut (2a);
- consigner des données à partir de l'expérience sur la distillation du pétrole;



- c) suivre des instructions pour faire une expérience sur la production de composés organiques (2b, 2d, de 2f à 2h);
- d) classer dans la catégorie appropriée les différentes formes d'hydrocarbures.

**Connaissances.** Les élèves devraient pouvoir :

- a) décrire et expliquer la distillation du pétrole brut (2a, 8a);
- b) établir la correspondance entre les fractions obtenues par la distillation du pétrole brut et l'usage que les consommateurs font de chacune d'elles (2a);
- c) énoncer ou utiliser le nom, la formule et la structure d'un certain nombre de composés organiques basiques selon l'UICPA (Union internationale de chimie pure et appliquée) (de 2b à 2g);
- d) énoncer les propriétés caractéristiques de certains composés appartenant à des groupes fonctionnels spécifiques, à partir d'expériences et d'observations choisies parmi les activités des élèves (de 2b à 2g).

## 2. Activités des élèves

Les élèves doivent :

- \*a) faire une expérience pour distiller un petit échantillon de pétrole brut, et recueillir quatre ou cinq fractions (5b, 6d, 8a);
- \*b) faire une expérience (distillation par fractionnement) pour produire de l'éthyne (acétylène) ou de l'éthène et vérifier la non-saturation du produit (6b, 8c);
- c) analyser des hydrocarbures courants comme le méthane, le propane, le butane, l'éthyne, le kérosène et la paraffine pour bougies; les analyser (i) en les brûlant, (ii) en les agitant avec de l'eau de brome, (iii) en y ajoutant une goutte d'acide sulfurique concentré (6b, 6d, 8b);
- d) faire une expérience permettant de vérifier quelques-unes des propriétés des séries homologues d'alcools; utiliser certains alcools courants comme le méthanol, l'éthanol, le propanol, le butanol et l'hexanol; mesurer entre autres le point de fusion, le point d'ébullition et la masse volumique; provoquer une réaction à l'aide de sodium, d'anhydride acétique et d'oxydants (6a, 6b, 6d, 6e);
- \*e) fabriquer de l'alcool par fermentation *ou* faire une expérience permettant : (i) de produire une réaction entre l'éthanol et l'acide acétique pour fabriquer de l'acétate d'éthyle (une substance très inflammable), et (ii) de fabriquer un second ester comme le salicylate de méthyle (essence de wintergreen très nocive) (6c); *ou* effectuer une expérience pour fabriquer de l'iodoforme (6e, 8d);
- f) réaliser une expérience pour illustrer les diverses méthodes appliquées pour teindre des tissus (5b, 8e).

## 3. Applications

- a) Les matières premières qui entrent dans la fabrication de milliers de produits utilisés dans la vie quotidienne sont des dérivés du pétrole brut (antigel, polyéthylène).
- b) Les raffineries de pétrole produisent, outre l'essence, du carburant pour avion à réaction et pour moteur diesel, du kérosène, des cires, de l'asphalte, des graisses, des huiles lubrifiantes et du goudron.
- c) Les matières premières utilisées dans les industries pharmaceutique et pétrochimique proviennent de la distillation du pétrole.
- d) La chimie du carbone constitue le fondement de la vie sur terre.
- e) Pour exercer une profession dans les domaines de la biologie, de la biochimie et des techniques médicales, il faut avoir des connaissances en chimie organique.

## 4. Incidences sociales

- a) Le Canada possède de vastes réserves de pétrole brut dans les sables bitumineux de l'Athabasca, qui seront essentiels à notre approvisionnement en pétrole dans les années à venir. Toutefois, ce pétrole possède des propriétés différentes de celles du pétrole brut ordinaire et son extraction nécessite des techniques spéciales et une grande quantité d'énergie.
- b) Certains des additifs (le tétraéthyle de plomb, par exemple) que l'on trouve dans l'essence peuvent être de dangereux polluants.
- c) Il est possible que les huiles comestibles saturées jouent un rôle dans les maladies du cœur.
- d) Les plastiques et autres matières synthétiques, sous-produits de l'industrie pétrolière dont l'usage est répandu, ont grandement transformé notre mode de vie.

## 5. Évaluation du rendement des élèves

Pour cette unité, au moins 50 pour 100 de la note cumulative des élèves doit se fonder sur les trois composantes suivantes :

- a) les travaux de laboratoire exécutés selon les méthodes et les mesures de sécurité appropriées;
- b) la présentation d'échantillons obtenus pendant les activités (les échantillons de la distillation du pétrole brut sur lesquels sont indiqués les intervalles de température ou les échantillons de divers tissus teints, par exemple);
- c) le relevé des données recueillies au cours des expériences.

## 6. Mesures de sécurité à envisager

- Éviter de se servir de composés organiques carcinogènes ou présentant des dangers excessifs.
- Si l'on utilise de l'eau de brome au cours de l'activité 2b, il faudrait se servir d'une solution très diluée de couleur jaune. Une solution de 1 pour 100 de permanganate de potassium peut être employée pour vérifier la non-saturation.
- Il est préférable que ce soient les enseignants qui procèdent au test visant à mettre en évidence des contaminants dont on soupçonne la présence dans une substance, par exemple, l'iodure dans le sel de table.
- L'évaporation ou le chauffage de solvants inflammables devrait s'effectuer dans un bain-marie sur une plaque chauffante homologuée par l'ACNOR et, de préférence, sous une hotte. Il faudrait tenir les solvants inflammables loin des flammes non protégées et des étincelles.
- Il faudrait prévoir un bon système d'aération pour l'évaporation des alcools, ainsi que pour leur brève exposition à l'air.
- Il est vivement recommandé d'utiliser des teintures à base d'eau.
- Pour de plus amples renseignements, les enseignants consulteront la section 9 de la 1<sup>re</sup> partie du programme-cadre.

## 7. Éléments complémentaires

Certains élèves pourraient :

- visiter une usine dans laquelle on fait appel à la chimie organique (une raffinerie de pétrole, par exemple);
- effectuer des expériences en vue de synthétiser un parfum;
- effectuer des expériences pour fabriquer différents genres de plastique;
- effectuer des expériences pour fabriquer des fibres de cellulose;
- discuter des problèmes économiques, politiques et pratiques que crée la diminution des réserves de pétrole.

## 8. Quelques méthodes d'enseignement

- Au cours de l'activité 2e, on peut préparer de l'iodoforme en remplaçant la solution d'hypochlorite de sodium par des solutions d'eau de javel domestique.
- Dans l'activité 2f, on peut mettre à l'essai différents types de teinture dont une teinture directe, une teinture à l'aide d'un mordant, une teinture à la cuve et une teinture à l'aide d'une matière colorante préparée.

### Unité facultative n° 2

# La chimie des produits de consommation

*Durée : 16 heures*

À l'heure actuelle, la chimie joue un rôle important dans la fabrication de presque tous les produits de consommation et d'artisanat. Même lorsqu'on se sert de matières naturelles, on utilise également des produits chimiques qui proviennent de sources naturelles ou qui en ont été extraits. L'extraction peut se faire à l'aide d'un procédé chimique ou d'un procédé physique, ou d'une combinaison des deux.

La mise au point de tout produit nécessite que l'on soumette les matières premières à de nombreux tests chimiques et physiques et la fabrication de ce produit fait appel à de multiples principes scientifiques. On doit constamment contrôler les produits pendant et après leur fabrication de façon à s'assurer que la qualité de leurs matériaux soit acceptable et que leur efficacité soit satisfaisante. Ceux qui envisagent d'exercer une profession dans ce secteur doivent donc avoir des connaissances scientifiques, y compris en chimie.

Les consommateurs de produits industriels devraient également posséder des notions élémentaires de chimie. Ils pourront ainsi mieux juger de la valeur d'un produit, évaluer ce que l'on dit à son sujet, comprendre les modes d'emploi et les mises en garde touchant ces produits, de même que les facteurs justifiant la présence d'additifs; ils seront de plus en mesure de bien entretenir le produit.

Cette unité peut comporter les sujets suivants :

- La classification de la matière
- Les agents tensio-actifs
- L'industrie des produits de nettoyage et de lessive
- L'industrie des produits de toilette et de beauté
- L'industrie de la confiserie



- L'industrie alimentaire
- L'industrie pharmaceutique
- L'art et l'artisanat

## 1. Objectifs

**Attitudes.** Les élèves seront amenés :

- a) à s'intéresser aux possibilités d'emploi existant dans le domaine de la chimie et dans le secteur de l'industrie chimique (4a);
- b) à s'interroger sur la nécessité, réelle ou imaginaire, d'utiliser des additifs dans les produits de consommation (2c, 3a, 4b);
- c) à suivre le mode d'emploi des produits de consommation, à tenir compte des mises en garde et à lire la liste des ingrédients (4f);
- d) à adopter une attitude critique et analytique face aux réclames et aux campagnes publicitaires dont font l'objet les produits de consommation (3c, 4d, 4f).

**Aptitudes.** Les élèves auront la possibilité d'acquérir des aptitudes grâce auxquelles ils pourront :

- a) classer des produits de consommation (2a);
- b) effectuer des analyses pour trouver des produits chimiques d'usage courant dans les secteurs industriel et artistique (2a, 2b);
- c) se servir d'équipement volumétrique comme les pipettes, les éprouvettes graduées et les balances, dans l'analyse quantitative des produits de consommation (2b, 2e);
- d) utiliser un pH-mètre et, si possible, d'autres instruments comme un réfractomètre, une centrifugeuse, un colorimètre et un viscomètre (de 2b à 2f);
- e) effectuer des évaluations sensorielles de couleurs, d'odeurs et de saveurs (2a).

**Connaissances.** Les élèves devraient pouvoir :

- a) décrire la préparation d'un produit de consommation qu'ils ont fabriqué ou analysé, expliquer la nature chimique et le rôle des principaux ingrédients et additifs de ce produit et, si possible, expliquer les processus chimiques qui interviennent lors de son utilisation (de 2b à 2f);
- b) reconnaître et décrire des produits industriels ou des produits de consommation qui sont des exemples de solutions, de dispersions, de gels, d'émulsions, d'agents émulsionnants, d'agents tensio-actifs et d'oxydants (3a, 3b, 3d).

## 2. Activités des élèves

Les élèves doivent :

- \*a) classer un certain nombre de produits de laboratoire et de produits de consommation selon leurs propriétés physiques et chimiques (8a);
- \*b) (i) tester l'action de l'eau de javel sur divers tissus teints et différentes fibres; (ii) déterminer, par titrage à l'hyposulfite de sodium, le pourcentage d'hypochlorite de sodium que contient l'eau de javel (5c, 8b, 8f);
- \*c) (i) préparer un produit de consommation : un produit pour nettoyer les carreaux, une encaustique pour meubles, une cire pour carrosserie, un lave-glace, une lotion après-rasage, une pâte dentifrice, un shampoing, un fard à paupières ou un parfum en gel pour homme, par exemple; ou (ii) préparer un produit de toilette émulsionné, comme une lotion pour les mains ou une crème démaquillante, et mettre ce produit et plusieurs produits de consommation à l'essai afin de déterminer s'il s'agit d'émulsions d'huile dans l'eau ou d'eau dans l'huile (5a, 6a, 6d, 6e, 8a, 8e);
- \*d) (i) déterminer, par titrage à l'hyposulfite de sodium, le pourcentage de chlore atomique que contient un abrasif domestique; (ii) déterminer le pH d'un mélange centrifugé de 1 pour 100 d'abrasif et d'eau; (iii) déterminer le pourcentage de substance abrasive (6c, 8f);
- e) déterminer, par titrage au nitrate d'argent, le pourcentage de chlorure de sodium que contient le beurre salé (8d, 8f);
- f) étudier la patine chimique (coloration chimique de la surface) des métaux (6a).

## 3. Applications

- a) On utilise un javellisant à l'hypochlorite dans les piscines et les stations d'épuration de l'eau et comme désinfectant.
- b) Un grand nombre de produits de beauté et de produits alimentaires sont des émulsions (la mayonnaise, la crème glacée, les lotions pour les mains et les crèmes de beauté, par exemple).
- c) Le titrage permettant de trouver la teneur en acide gras libre, l'indice d'iode et l'indice de saponification de graisses ou d'huiles est un essai effectué couramment dans l'industrie des détergents, des produits de beauté et de l'alimentation. Ces valeurs indiquent la qualité des substances en question et leur acceptabilité du point de vue de leur usage pratique.
- d) Les agents tensio-actifs sont utilisés dans les détersifs, les adoucissants, les produits de rinçage anti-taches pour les lave-vaisselle, les vinaigrettes, le pain, la crème glacée, les succédanés de produits laitiers, la teinture des fils et des textiles et dans de nombreux autres produits ou procédés de fabrication.

- e) Le vernissage de la poterie ou de la céramique, la production du verre et des matières plastiques ainsi que le collage d'objets ou de substances font tous appel à des produits chimiques. La recherche relative à ces procédés exige une connaissance approfondie des composants chimiques et de leurs caractéristiques.
- f) Les essences, les fragrances et les colorants sont tirés de produits chimiques et jouent un rôle essentiel dans l'industrie et la société.

## 4. Incidences sociales

- a) Dans notre société, des milliers de personnes travaillent dans le secteur secondaire et artistique. Des connaissances élémentaires en chimie constituent un atout important pour quiconque désire travailler dans ces secteurs.
- b) Les additifs permettent très souvent d'améliorer un produit : durée de conservation avant la vente, présentation acceptable pour les consommateurs, sécurité ou qualité. Par ailleurs, certains additifs se sont avérés dangereux pour certaines personnes (le rouge n° 2, par exemple).
- c) Le slogan «Nouveau et amélioré» est couramment utilisé pour désigner un produit. Il ne s'agit pas nécessairement d'une amélioration importante et il se peut que l'annonce n'indique pas quelle caractéristique a été améliorée.
- d) La couleur, l'odeur et l'emballage extérieur jouent un rôle très important dans la commercialisation d'un produit; toutefois, ces facteurs ne sont qu'accessoires et l'utilisation des produits n'en dépend pas.
- e) Les médicaments, essences ou fragrances d'origine naturelle ne sont pas nécessairement de meilleure qualité ou plus sûrs que leurs équivalents synthétiques.
- f) Au Canada, les étiquettes fournissent des modes d'emploi et des mises en garde à l'usage du consommateur, mais les fabricants de la majorité des produits de consommation non alimentaires ne sont pas obligés de fournir la liste des ingrédients de ces produits dans l'ordre décroissant de leur quantité. Les élèves devraient toutefois se rendre compte que l'étiquetage augmente le prix de revient d'un produit.

## 5. Évaluation du rendement des élèves

Pour cette unité, au moins 50 pour 100 de la note cumulative des élèves doit se fonder sur les trois composantes suivantes :

- a) la qualité et la présentation des échantillons de produits préparés lors des activités des élèves;
- b) les travaux en classe et les comptes rendus de laboratoire;
- c) la capacité de procéder à l'analyse quantitative prévue à l'activité 2b et la précision des mesures.

## 6. Mesures de sécurité à envisager

- a) De nombreux produits de consommation sont corrosifs; par conséquent, il faut prendre les mêmes précautions que lorsqu'on se sert de produits chimiques en laboratoire.
- b) Lorsqu'on utilise des liquides inflammables ou qu'on les fait chauffer, on doit se servir d'une plaque chauffante dans un bain-marie; il ne devrait y avoir aucune flamme non protégée dans la classe.
- c) Demander aux élèves de ne pas respirer la poussière des poudres abrasives.
- d) On ne devrait pas utiliser un thermomètre en verre pour remuer des substances. Employer plutôt une spatule de métal, un abaisse-langue en bois, une tige de verre ou un fouet.
- e) Ne pas permettre aux élèves d'utiliser les produits de toilette qu'ils ont fabriqués. Tout essai devrait être effectué sur une petite surface non sensible de la main. Les élèves ne doivent consommer aucun des produits fabriqués au laboratoire. Il faudrait demander aux élèves s'ils souffrent d'allergies, dès le début des activités.
- f) Pour de plus amples renseignements, les enseignants consulteront la section 9 de la 1<sup>re</sup> partie du programme-cadre.

## 7. Éléments complémentaires

Certains élèves pourraient :

- a) utiliser des teintures chimiques sur des tissus à base de protéines, de cellulose et de matières synthétiques;
- b) utiliser des teintures naturelles conjointement avec des mordants chimiques sur des fibres naturelles;
- c) développer une pellicule photographique après avoir préparé toutes les solutions nécessaires;
- d) faire des recherches sur un produit de consommation, le préparer, lui donner un nom, le mettre en bouteille ou lui fabriquer un emballage, choisir un marché cible, établir le prix de revient (à la fois pour le marché de vente au détail et pour celui du gros), ainsi qu'une méthode de commercialisation et un calendrier de mise en marché pour ce produit;
- e) faire une série de tests chimiques pour déterminer si une matière plastique donnée convient à la fabrication d'un récipient destiné à un produit en particulier;
- f) fabriquer un vernis à poterie et le tester au four sur plusieurs corps argileux;
- g) préparer un pigment et l'utiliser pour fabriquer une peinture ou un crayon de pastel;
- h) étudier les principes chimiques auxquels la photographie fait appel;
- i) effectuer des tests pour associer des fragrances ou pour déterminer les saveurs qu'ils préfèrent.



## 8. Quelques méthodes d'enseignement

- a) Il serait utile d'avoir en main un livre contenant les formules de produits chimiques, de beauté ou domestiques pour trouver une description des ingrédients et de la fabrication des produits de consommation. Il faudrait préparer des produits qui plaisent aussi bien aux garçons qu'aux filles. On pourrait demander aux élèves de se servir de magazines destinés aux consommateurs pour préparer un compte rendu sur un produit à usage domestique.
- b) Au cours des titrages iodométriques, on peut souvent se passer de l'indicateur amidon, surtout si le produit est incolore ou à peine coloré, comme dans l'activité 2b.
- c) On se sert du sel de sodium de l'acide nitrilotriacétique, un agent nettoyant, pour remplacer les phosphates lorsque le gouvernement exige que les détergents aient une faible teneur en phosphates.
- d) On utilise le chromate de potassium comme indicateur pour déterminer le pourcentage de sel que contient le beurre.
- e) On peut obtenir un livre d'évaluation sensorielle auprès du Service des communications d'Agriculture Canada, à Ottawa.
- f) Si l'on ne dispose pas d'un appareil volumétrique normalisé, il est possible d'effectuer des titrages satisfaisants à l'aide d'un compte-gouttes.

## Unité facultative n° 3

# La métallurgie

*Durée : 16 heures*

Les concepts de l'oxydation et de la réduction sont importants pour comprendre les principes de la chimie. Si l'on présente ces concepts par le biais de leurs applications, les élèves en comprendront les fondements d'un point de vue pratique. Une connaissance approfondie de ces notions est indispensable si l'on fait des études plus poussées en chimie et en technologie.

Cette unité peut comporter les sujets suivants :

- ▶ La série de réactivité
- ▶ La corrosion
- ▶ L'électrolyse
- ▶ Les piles chimiques
- ▶ L'oxydation et la réduction
- ▶ L'hydrogène
- ▶ La galvanisation et l'étamage

## 1. Objectifs

**Attitudes.** Les élèves seront amenés :

- a) à manifester de l'intérêt pour les nombreuses applications et répercussions de l'oxydation et de la réduction;
- b) à comprendre la place qu'occupe l'électrolyse dans l'histoire de la chimie (3c, 3d, 4b);
- c) à s'intéresser aux publications scientifiques portant sur les applications industrielles de l'oxydation et de la réduction (2g, 8f).

**Aptitudes.** Les élèves auront la possibilité d'acquérir des aptitudes grâce auxquelles ils pourront :

- a) classer les métaux par ordre de réactivité (2a);
- b) prédire les produits de l'électrolyse d'une solution aqueuse d'un sel ionique (2b);
- c) interpréter des données obtenues pendant des expériences pour classer les métaux en deux catégories, soit ceux qui peuvent protéger le fer contre la corrosion et ceux qui ne le peuvent pas (2c);
- d) découvrir par déduction les facteurs qui influent sur la vitesse de corrosion (2c);
- e) manipuler des variables pendant les expériences afin de comparer la réactivité de divers métaux (2a);
- f) interpréter les changements de couleur que subit un indicateur afin d'expliquer les transformations chimiques découlant de la corrosion du fer (2c);
- g) chercher, lire, évaluer, analyser et communiquer des données scientifiques portant sur les applications industrielles de l'oxydation et de la réduction (2g).

**Connaissances.** Les élèves devraient pouvoir :

- a) écrire les équations chimiques équilibrées pour les réactions étudiées dans cette unité et mettant en cause des métaux et leur interaction avec (i) l'eau et la vapeur, (ii) des acides dilués, (iii) des solutions diluées de sels métalliques (2a, 8a);
- b) classer certains métaux et l'hydrogène par ordre de réactivité (2a);
- c) déterminer quels métaux accélèrent la corrosion du fer et lesquels l'inhibent, puis donner des exemples pratiques de chaque cas (8a);
- d) expliquer pourquoi on procède à la galvanisation et à l'étamage (2c);
- e) définir les termes suivants : oxydation, réduction, anode, cathode, électrolyte et pont électrolytique;
- f) décrire et expliquer l'électrolyse de solutions de sels ioniques et les processus industriels connexes (2b);
- g) décrire une pile chimique dont les deux électrodes sont faites de métaux différents et expliquer son fonctionnement (2d, 8d);
- h) décrire les méthodes employées dans la préparation de l'hydrogène, énumérer les propriétés et les usages de ce gaz, puis tracer un parallèle entre ses usages et ses propriétés (2a, 2e).

## 2. Activités des élèves

Les élèves doivent :

- \*a) effectuer une expérience pour observer la réaction des métaux avec l'eau et la vapeur, les acides dilués, et les solutions aqueuses de sels métalliques (6a, 6e, 8a);
- \*b) observer ce qui se produit lorsqu'on fait passer un courant électrique (pas plus de 12 V) dans la solution aqueuse d'un sel ionique;
- \*c) observer les effets de la corrosion du fer lorsque celui-ci est en contact avec divers métaux et noter le sens du courant électrique circulant entre les métaux; *ou* observer l'effet de l'application d'un courant électrique sur la corrosion du fer; *ou* observer les effets du barbotage d'air sur la corrosion du fer (de 8a à 8e);
- \*d) effectuer une expérience visant (i) à évaluer les tensions produites dans une pile électrochimique par diverses combinaisons de métaux et (ii) à examiner les transformations chimiques qui s'y produisent;
- e) recueillir de l'hydrogène et déterminer certaines de ses propriétés (6b);
- f) effectuer une expérience visant (i) à transférer du cuivre de l'anode à la cathode à travers un électrolyte de cuivre (II), *ou* (ii) à montrer l'argenture d'un objet en cuivre (on ne devrait pas appliquer la technique au cyanure pour l'argenture);
- \*g) rédiger un travail sur une application industrielle de l'oxydo-réduction (5b, 8f).

## 3. Applications

- a) On applique divers procédés pour empêcher la corrosion des carrosseries des voitures, des oléoducs, des ponts, des jetées et des navires.
- b) Les réactions de déplacement sont employées dans la préparation industrielle de plusieurs métaux (le titane, par exemple).
- c) L'électrolyse sert à la production de plusieurs métaux et de quelques non-métaux.
- d) On applique l'électrolyse à la purification des métaux et à la galvanoplastie.
- e) L'anodisation accroît la résistance de l'aluminium à la corrosion et peut également servir à appliquer une teinture colorée au métal.



## 4. Incidences sociales

- a) Les dommages causés par la corrosion coûtent tous les ans des millions de dollars à la société.
- b) Au Canada, on a recours à l'électrolyse pour produire et affiner des métaux. L'emplacement des entreprises est donc déterminé par le fait que ce procédé exige de grandes quantités d'énergie électrique.
- c) L'utilisation des boîtes de conserve en aluminium au lieu des boîtes en acier suscite une vive controverse. La fabrication des boîtes en aluminium requiert plus d'énergie et ces boîtes mettent plus de temps à se corroder dans l'environnement; par contre, elles sont moins denses et peuvent être recyclées à un coût énergétique moindre.
- d) La fabrication d'une voiture électrique non polluante et ayant une autonomie suffisante représente un défi technique.

## 5. Évaluation du rendement des élèves

Pour cette unité, au moins 50 pour 100 de la note cumulative des élèves doit se fonder sur les trois composantes suivantes :

- a) les travaux pratiques de laboratoire;
- b) les projets portant sur une application industrielle des principes de l'oxydoréduction;
- c) les observations et interprétations écrites sur les travaux de laboratoire.

## 6. Mesures de sécurité à envisager

- a) Ce sont les enseignants qui devraient faire la démonstration de la réaction des métaux, du sodium, du potassium et du lithium avec l'eau. Il faudrait se servir d'écrans protecteurs.
- b) Ce sont les enseignants qui devraient faire la démonstration de la réaction du magnésium avec la vapeur.
- c) On ne doit utiliser que de petites quantités d'hydrogène lorsqu'on procède à des tests pour détecter la présence de ce gaz.
- d) Si l'on produit du chlore, du brome ou de l'iode pendant une électrolyse, il faudrait se servir d'une hotte pour empêcher les gaz de se répandre dans la pièce.
- e) Pour de plus amples renseignements, les enseignants consulteront la section 9 de la 1<sup>re</sup> partie du programme-cadre.

## 7. Éléments complémentaires

Certains élèves pourraient :

- a) visiter une fonderie;
- b) inviter en classe un représentant d'un atelier de traitement antirouille pour véhicules automobiles de la localité;
- c) étudier les techniques de galvanoplastie et d'anodisation, ainsi que d'autres méthodes de prévention de la corrosion;
- d) comparer l'électrolyse effectuée à l'aide d'électrodes non inertes et celle réalisée à l'aide d'électrodes inertes;
- e) étudier les effets corrosifs des précipitations acides et du sel de voirie sur les voitures, les ponts, les bâtiments et les arbres, par exemple;
- f) décrire le rôle qu'a joué l'électrolyse dans la découverte des métaux alcalins et alcalino-ferreux.

## 8. Quelques méthodes d'enseignement

- a) Il est important que les élèves comprennent bien la série de réactivité avant d'étudier la corrosion, l'électrolyse et les piles chimiques. On peut expliquer la série de réactivité d'après la facilité avec laquelle un métal perd un électron.
- b) L'indicateur recommandé pour les expériences sur la corrosion (activité 2c) contient de la phénolphthaléine et du ferrocyanure de potassium.
- c) Les tubes en U sont très utiles pour cette série d'expériences.
- d) La corrosion, l'électrolyse et les piles chimiques sont des sujets que l'on peut aborder dans n'importe quel ordre.
- e) Pour l'activité 2c, lorsqu'on observe les effets du barbotage d'air, on devrait utiliser comme témoin un métal approprié autre que le fer (du cuivre, par exemple).
- f) Il convient de planifier les activités de concert avec le ou la bibliothécaire de l'école afin de s'assurer (i) qu'il existe des documents sur les applications industrielles de l'oxydoréduction et (ii) que les élèves sont capables de faire des recherches pour réaliser l'activité 2g.

## Unité 3 : Chimie nucléaire

## La chimie nucléaire

Durée : 16 heures

Dans cette unité, les élèves pourront acquérir des connaissances sur les réactions nucléaires simples, de façon qu'ils puissent prendre des décisions éclairées sur des questions ayant trait au domaine du nucléaire.

Cette unité peut comporter les sujets suivants :

- La radioactivité
- Le concept de demi-vie
- La datation au radiocarbone
- La fission nucléaire
- Le réacteur CANDU
- La bombe atomique
- L'histoire de l'atome

## 1. Objectifs

**Attitudes.** Les élèves seront amenés :

- a) à faire preuve d'objectivité lorsqu'ils soupèsent les arguments avancés par les défenseurs et les détracteurs de l'énergie nucléaire (2c);
- b) à respecter les travaux des scientifiques qui ont mis au point la théorie atomique moderne (2e);
- c) à comprendre les avantages et les dangers du rayonnement atomique (3a, 3c, 3e, 4a);
- d) à se préoccuper des répercussions d'une explosion nucléaire sur la population, la faune, la flore et les bâtiments (4b);
- e) à comprendre les diverses applications de la technologie nucléaire (3a, 3b).

**Aptitudes.** Les élèves auront la possibilité d'acquérir des aptitudes grâce auxquelles ils pourront :

- a) tracer le graphique de demi-vie d'un isotope de demi-vie connue (2a, 5a);
- b) évaluer, à partir d'un graphique de demi-vie, l'activité d'un isotope après un temps donné, ainsi que le temps qu'il met pour atteindre un degré d'activité donné (2a);
- c) calculer l'âge d'un fossile à partir d'un graphique de demi-vie du carbone 14 (2b, 5b);
- d) interpréter une équation nucléaire simple;
- e) organiser une discussion sur les avantages et les inconvénients de l'énergie nucléaire (2c);
- f) rédiger un compte rendu des recherches effectuées à la bibliothèque de l'école (ou dans toute autre bibliothèque) sur l'histoire de l'élaboration du modèle nucléaire de l'atome à partir de 1890 environ, en mentionnant les contributions canadiennes (2e).

**Connaissances.** Les élèves devraient pouvoir :

- a) énoncer le nombre de masse, le nombre atomique, la charge et la force de pénétration relative des particules alpha, des particules bêta et des rayons gamma;
- b) comparer les dommages que subit le corps humain lorsqu'il est frappé de l'extérieur par des particules alpha, par des particules bêta et par des rayons gamma respectivement;
- c) comparer les effets relatifs qu'a sur le corps humain le bombardement interne et le bombardement externe par rayonnement atomique;
- d) dresser la liste des contributions de certains scientifiques très importants (Becquerel, Pierre et Marie Curie, Rutherford, Hahn et Fermi, par exemple) à l'élaboration de la théorie atomique (2e, 8d);
- e) définir ou utiliser les termes suivants : demi-vie, fission, masse critique, modérateur, réaction en chaîne, retombée, réacteur surrégénérateur;
- f) énoncer les problèmes que pose l'élimination du combustible irradié d'un réacteur atomique comme le réacteur CANDU (2c, 2f);
- g) énumérer les effets à court terme et à long terme d'une explosion nucléaire;
- h) énoncer les principales sources de rayonnement de fond;
- i) énumérer les principaux facteurs qui peuvent changer la dose de rayonnement qu'une personne reçoit.



## 2. Activités des élèves

Les élèves doivent :

- \*a) tracer un graphique de demi-vie et utiliser ce graphique pour déterminer les valeurs d'activité à n'importe quel moment et le temps qu'il faut pour atteindre un degré d'activité donné (5a, 8a);
- \*b) tracer un graphique de demi-vie du carbone 14 à partir de données pertinentes et utiliser ce graphique pour déterminer l'âge d'un fossile (5b);
- \*c) participer à une discussion en classe sur les avantages et les inconvénients de l'énergie nucléaire ou mettre sur pied un projet portant sur un aspect de la chimie nucléaire (5c);
- \*d) effectuer un exercice de simulation à l'aide d'aimants en céramique pour illustrer la radioactivité; *ou* utiliser une chambre à brouillard pour observer les traces des particules alpha et des particules bêta; *ou* dessiner un schéma simple du réacteur CANDU; *ou* utiliser un compteur Geiger pour évaluer la force de pénétration des particules alpha, des particules bêta et des rayons gamma (6b, 8a, 8b);
- \*e) rédiger un compte rendu sur l'histoire de l'élaboration du modèle nucléaire, sans oublier de parler de la contribution canadienne (8d);
- f) visiter un réacteur nucléaire, ou réaliser une simulation par ordinateur d'un réacteur nucléaire, ou regarder un film ou une bande magnétoscopique sur un réacteur nucléaire, ou lire un bon exposé traitant d'un réacteur nucléaire;
- g) comparer expérimentalement la croissance de graines irradiées et celle de graines non irradiées.

## 3. Applications

- a) Les isotopes radioactifs (l'isotope cobalt 60 et le radio-iode, par exemple) sont utilisés comme traceurs en médecine et en recherche biologique.
- b) L'analyse de l'activation neutronique est utilisée en criminalistique.
- c) Les rayonnements sont utilisés comme agents stérilisateurs.
- d) La fission nucléaire produit de très grandes quantités d'énergie par unité de masse.
- e) La bombe au cobalt, employée pour le traitement du cancer, est une invention canadienne.

## 4. Incidences sociales

- a) Les rayonnements peuvent causer le cancer et la leucémie chez les êtres humains. La production d'énergie atomique coûte cher et l'entreposage du combustible irradié pose des problèmes; par contre, les centrales thermiques alimentées au charbon engendrent des précipitations acides. On devra résoudre les problèmes de ce genre pour déterminer quelle sera à l'avenir la production d'énergie électrique.
- b) Les effets de la bombe atomique ont été bien décrits à partir des données recueillies après le bombardement d'Hiroshima et de Nagasaki.
- c) La plupart des grands hôpitaux sont dotés à l'heure actuelle d'un service de médecine nucléaire. Les applications de la médecine nucléaire contribuent au bien-être de nombreux Canadiens.

## 5. Évaluation du rendement des élèves

Pour cette unité, au moins 50 pour 100 de la note cumulative des élèves doit se fonder sur les trois composantes suivantes :

- a) le tracé d'un graphique de demi-vie précis;
- b) la capacité de dater un fossile à partir des données fournies, comme dans l'activité 2b;
- c) la participation à une discussion en classe sur les avantages et les inconvénients de l'énergie nucléaire, ou la rédaction d'un travail sur la chimie nucléaire, comme indiqué à l'activité 2c.

## 6. Mesures de sécurité à envisager

- a) Les règlements de la Commission de l'énergie atomique concernant l'entreposage et l'utilisation des isotopes radioactifs doivent être respectés.
- b) Pour de plus amples renseignements, les enseignants consulteront la section 9 de la 1<sup>re</sup> partie du programme-cadre.

## 7. Éléments complémentaires

Certains élèves pourraient :

- a) utiliser l'équation formulée par Einstein pour calculer l'énergie produite par la fission nucléaire ou l'énergie de liaison emmagasinée dans un noyau;
- b) calculer l'âge des roches par la désintégration du potassium 40 en argon;

- c) visiter une centrale où l'on se sert d'isotopes radioactifs;
- d) étudier les réactions de fusion dans le cas d'une étoile ou de la bombe à hydrogène;
- e) faire des recherches sur l'utilisation des accélérateurs des particules dans la recherche nucléaire, particulièrement dans la découverte de nouveaux éléments;
- f) écrire les équations nucléaires de la désintégration d'un isotope par émission de particules alpha, de particules bêta et de rayons gamma.

## 8. Quelques méthodes d'enseignement

- a) On peut simuler une activité sur la demi-vie en représentant les atomes d'un isotope par une poignée de pièces de monnaie. On lance les pièces de monnaie (comme pour jouer à pile ou face) et l'on compte les côtés face comme des atomes désintégrés et les côtés pile comme des atomes non désintégrés. On recommence en n'utilisant chaque fois que les pièces représentant les atomes non désintégrés, jusqu'à ce qu'il n'en reste plus. On trace alors un graphique de demi-vie à partir des données obtenues.
- b) On peut utiliser des aimants circulaires en céramique (i) pour simuler des protons, des particules alpha et un noyau afin de montrer l'instabilité des gros noyaux, et (ii) pour simuler l'expérience de la feuille d'or de Rutherford.
- c) On peut se procurer, auprès d'Hydro-Ontario, une brochure destinée aux écoles et donnant une description simplifiée du réacteur CANDU.
- d) On peut enseigner cette unité en suivant l'histoire de la chimie nucléaire, de Becquerel à Fermi. La bibliothèque devra disposer de la documentation nécessaire.

### Unité facultative n°5

## Unité élaborée à l'échelon local

*Durée : 16 heures*

Cette unité doit être élaborée à l'échelon local, selon les besoins. Elle peut fournir l'occasion d'expliquer un domaine ou un sujet de la chimie que le programme-cadre n'aborde pas, ou d'ajouter de nouveaux objectifs aux unités, permettant ainsi de faire une étude plus approfondie d'une ou de plusieurs parties du cours. Voici des exemples des domaines ou sujets que l'on peut songer à aborder ou à approfondir :

- |                                                             |                                      |
|-------------------------------------------------------------|--------------------------------------|
| ▶ Les débouchés professionnels dans le domaine de la chimie | ▶ Les tissus et les plastiques       |
| ▶ L'énergie chimique                                        | ▶ La chimie alimentaire              |
| ▶ La chimie des colloïdes                                   | ▶ La chimie industrielle             |
| ▶ Les cristaux                                              | ▶ Introduction à la chimie organique |
| ▶ L'électrochimie                                           | ▶ La photochimie                     |
| ▶ La chimie de l'environnement                              | ▶ Les éléments de transition         |

Cette unité peut fournir aux élèves une excellente occasion de se lancer dans l'étude d'un sujet de la chimie qui les intéresse tout particulièrement; les enseignants doivent approuver le choix des élèves, puis surveiller et évaluer leur travail. Les élèves peuvent travailler individuellement ou en petit groupe. Chaque activité et chaque expérience devraient être surveillées étroitement et vérifiées. On devrait veiller à ce que le sujet choisi par les élèves ne recoupe pas la matière d'autres cours de sciences qu'ils seraient susceptibles de suivre. Pour entreprendre cette unité, les élèves doivent avoir acquis une certaine expérience des travaux en laboratoire et être au courant des mesures de sécurité à respecter. Si l'on songe à procéder à l'étude d'une série de courts sujets, on peut les intégrer au programme du cours de temps à autre pendant le trimestre ou l'année.

Il est prévu que cette unité englobera des composantes semblables à celles des unités obligatoires, notamment les objectifs, les activités des élèves, les applications, les incidences sociales et les mesures de sécurité (voir la section 9 de la 1<sup>re</sup> partie du programme-cadre). Il faut joindre le plan de cours de l'unité au programme d'études de l'école et le conserver dans les dossiers afin que les élèves et les parents qui le désirent puissent le consulter.



# Annexes

## Annexes

- A. Codes des cours de sciences
- B. Table des matières de la 1<sup>re</sup> partie  
du programme-cadre





## Annexe A

## Codes des cours de sciences

Voici les codes des cours de sciences du palier secondaire autorisés en vertu de ce document.

Sciences, 9 <sup>e</sup> année, niveau fondamental .....	SNC1F
Sciences, 9 <sup>e</sup> année, niveau général .....	SNC1G
Sciences, 9 <sup>e</sup> année, niveau avancé .....	SNC1A
Sciences, 10 <sup>e</sup> année, niveau fondamental .....	SNC2F
Sciences de l'environnement, 10 <sup>e</sup> année, niveau général ..	SEN2G
Sciences, 10 <sup>e</sup> année, niveau général .....	SNC2G
Sciences de l'environnement, 10 <sup>e</sup> année, niveau avancé ..	SEN2A
Sciences, 10 <sup>e</sup> année, niveau avancé .....	SNC2A
Sciences, 11 <sup>e</sup> année, niveau fondamental .....	SNC3F
Biologie appliquée, 11 <sup>e</sup> année, niveau général .....	SBA3G
Chimie appliquée, 11 <sup>e</sup> année, niveau général .....	SCA3G
Sciences de l'environnement, 11 <sup>e</sup> année, niveau général ..	SEN3G
Biologie, 11 <sup>e</sup> année, niveau avancé .....	SBI3A
Chimie, 11 <sup>e</sup> année, niveau avancé .....	SCH3A
Sciences, 12 <sup>e</sup> année, niveau fondamental .....	SNC4F
Sciences de l'environnement, 12 <sup>e</sup> année, niveau général ..	SEN4G
Géologie, 12 <sup>e</sup> année, niveau général .....	SGE4G
Physique appliquée, 12 <sup>e</sup> année, niveau général .....	SPA4G
Sciences de l'environnement, 12 <sup>e</sup> année, niveau avancé ..	SEN4A
Géologie, 12 <sup>e</sup> année, niveau avancé .....	SGE4A
Physique, 12 <sup>e</sup> année, niveau avancé .....	SPH4A
Sciences de la technologie, 12 <sup>e</sup> année, niveau général ....	STE4G
Biologie, CPO .....	SBI0A
Chimie, CPO .....	SCH0A
Physique, CPO .....	SPH0A
Les sciences dans la société, CPO .....	SSO0A

Interprétation des codes des cours de sciences :

- La première lettre du code d'un cours de sciences est toujours **S**.
- Les cours intitulés «Sciences» sont désignés par **SNC**.
- Si le cours porte un titre autre que «Sciences», le code **S** est suivi des deux premières lettres du titre (par exemple, **SBI** signifie «Sciences, Biologie» ou simplement «Biologie»; **SEN** signifie «Sciences de l'environnement»).
- Si le titre du cours comprend deux mots autres que «Sciences», le code **S** est suivi de la première lettre de chacun de ces mots (par exemple, **SCA** signifie «Sciences, Chimie appliquée» ou simplement «Chimie appliquée»).
- Le quatrième élément du code (**1**, **2**, **3**, **4** ou **0**) désigne l'année d'études, soit la 9<sup>e</sup>, 10<sup>e</sup>, 11<sup>e</sup> ou 12<sup>e</sup> année, ou les CPO, respectivement.
- Le cinquième élément du code désigne le niveau de difficulté : **F** (fondamental), **G** (général) ou **A** (avancé).

Pour de plus amples renseignements sur les codes des cours, consulter le *Guide du système uniforme de codage des cours* (Toronto, ministère de l'Éducation, 1986).

## Annexe B

# Table des matières de la 1<sup>re</sup> partie du programme-cadre

Préface

Introduction

Les parties du programme-cadre

Cours fondés sur le programme-cadre

Programmes-cadres périmés

## A : Buts et objectifs

1. Valeur et but de l'enseignement des sciences
2. Les buts de l'éducation et le rôle des sciences
3. Les buts du programme de sciences
  - 3.1 Les buts
  - 3.2 La nature des sciences
  - 3.3 Une culture scientifique générale
  - 3.4 Intégration des buts et du contenu

## B : Le cadre du programme de sciences

4. Cours de sciences
  - 4.1 Le fil directeur à suivre en sciences, du jardin d'enfants aux CPO
  - 4.2 Niveaux de difficulté : fondamental, général et avancé
  - 4.3 Cours de sciences et crédits
  - 4.4 Unités d'étude de chaque cours
  - 4.5 Recommandations quant au choix des cours de sciences
5. Politique d'enseignement
  - 5.1 Contenu et méthodes
  - 5.2 Composantes de chaque unité d'étude
  - 5.3 Considérations pédagogiques pour chaque unité
  - 5.4 Nombre d'heures allouées à chaque unité
  - 5.5 Élaboration d'unités à l'échelon local

5.6 Intégration et appellation des cours de sciences à l'échelon local

5.7 La politique générale applicable aux cours de sciences

## C : Quelques traits particuliers du programme de sciences

6. En ce qui concerne les élèves
  - 6.1 Sciences : le profil de l'élève modèle
  - 6.2 Adapter le programme aux élèves en difficulté
  - 6.3 Enseignement individualisé
  - 6.4 Préparation à la vie
  - 6.5 Préparation à la vie professionnelle
  - 6.6 Égalité des sexes
  - 6.7 Multiculturalisme
7. Le langage et les sciences
  - 7.1 Compétences linguistiques
  - 7.2 Travaux écrits et évaluation
  - 7.3 Terminologie anglaise dans les cours d'immersion en français
  - 7.4 Élèves immigrants
8. Mesures
  - 8.1 Estimations
  - 8.2 Système international d'unités et grandeurs physiques
  - 8.3 Exactitude et précision
  - 8.4 Présentation des problèmes
9. La sécurité
  - 9.1 La sécurité dans le laboratoire
  - 9.2 Mesures de sécurité recommandées
  - 9.3 Soins aux animaux pendant les cours de sciences
  - 9.4 Manipulation des plantes : règles de sécurité



- 10. Les valeurs et le programme de sciences
  - 10.1 Les sciences et l'acquisition des valeurs
  - 10.2 Questions épineuses et controversées

---

**D : Mise en œuvre du programme de sciences**

- 11. Planification du programme et perfectionnement du personnel
  - 11.1 Élaboration des politiques du conseil scolaire
  - 11.2 Planification du programme de sciences par l'école
  - 11.3 Planification des cours par les enseignants
  - 11.4 Documents d'appui du conseil scolaire
  - 11.5 Perfectionnement du personnel
- 12. Ressources
  - 12.1 Laboratoires et matériel
  - 12.2 Centres de ressources
  - 12.3 Manuels et matériel d'apprentissage
  - 12.4 Calculatrices
  - 12.5 Ordinateurs
  - 12.6 Les milieux scientifiques
- 13. Modes de prestation des cours de sciences
  - 13.1 Classes à deux niveaux et à années multiples
  - 13.2 Éducation coopérative
  - 13.3 Cours regroupés
  - 13.4 Éducation des adultes
  - 13.5 Centre d'études indépendantes
  - 13.6 Écoles spécialisées
- 14. Évaluation
  - 14.1 Évaluation de la mise en œuvre du programme de sciences
  - 14.2 Évaluation du rendement des élèves
  - 14.3 Auto-évaluation des enseignants
  - 14.4 Évaluation du programme

---

**Annexes**

- A. Codes des cours de sciences
- B. Grandeurs physiques
- C. Principes d'écriture des unités SI
- D. Plantes vénéneuses
- E. Quelques types d'instruments de la BIMO et domaines d'apprentissage





Min Gu Ontario. Ministère de  
507. l'éducation.  
10713 Sciences : programme-  
059sc cadre, cycles  
pt.9 intermédiaire et  
*French*

